فريمان دايسون

العالِم متمردًا

ترجمة : د. محمد علي أحمد



المـؤلف:

فريمان دايسون

* ولد في إنجلترا والتحق بجامعة كورنيل ، طالبًا للدراسات العليا في عام 1947.
* عمل مع هانز بث .. وريتشارد فاينمان ، وابتكروا طريقة سهلة لحساب سلوك الذرات والإشعاع .
* عمل على المفاعلات النووية وفيزياء الحالة الصلبة (طبيعة الجوامد) ومغناطيسية الحديد وفيزياء الفضاء، وعلم الأحياء.
* من أهم مؤلفاته: "إفساد نظام الكون" 1979، و" الأسلحة والأمل" 1984،و "بلا حدود في جميع الاتجاهات" 1988، (طبعة ثانية عام 1999)، و"الشمس والجينوم والإنترنت" 1999.
* زميل جمعية الفيزياء الأمريكية .
* عضو الأكاديمية الوطنية للعلوم .
* زميل الجمعية الملكية في لندن .
* حصل على جائزة تمبلتون للتقدم في الدين،

" The Templeton Prize for Progress in Religion "

العـــالِم متـمـــــــردًا

الطبعة الأولى : 1430هـ ـ 2009 م
ردمك 3-473-427-977

كلمة
ص .ب 2380 أبو ظبي, الإمارات العربية المتحدة.
هاتف : 26314468 971 + فاكس : 26314462 971 +
الموقع : www.kalima.ae
البريد الالكتروني : info@kalima.ae

الدار المصرية اللبنانية
16 عبد الخالق ثروت القاهرة .
تليفون: 23910250 202+
فاكس : 23909618 202+ ـ ص.ب 2022
www.almasriah.com info@almasriah.com
رقم الإيداع : 4006 / 2009

يتضمن هذا الكتاب ترجمة عن النص الأمريكي لكتاب :

The Scientist As Rebel
Copyright © 2006 by Freeman Dyson

فريمان دايسون

العالِم متمردًا

ترجمة : د. محمد علي أحمد

كلمة
KALIMA

الدار المصرية اللبنانية

المحتويات

تقديـــم

يجمع بنيامين فـرانكلين Benjamin Franklin بـين صـفات عـالم كبير ومتمرد ثائر أكثر من أي شخص آخر ، فهـو – كعـالم – لم يتلـقَّ تعليمًا رسميًّا ، ولم يرث ثروة طائلة ، وعلى الرغم من ذلـك اسـتطاع أن ينازل الطبقة الأرستقراطية المتعلمة في أوربا في مجالهم ، وأن يفـوز عليهم .

ولقد شجعه فوزه على الاعتقاد أنه – وزملاؤ ه من المواطنين في أمريكا – يمكنهم التغلب على هذه الطبقة الأرسـتقراطية في أوربـا في مجالي الحرب والدبلوماسية دون أن ينالوا حظًّا وافرًا مـن علـوم الاستراتيجية الحربية أو السياسة الدولية .

وأكد انتصار فـرانكلين كمتمـرد حقيقـة أن تمـرده لم يكـن مجـرد اندفاع أو تهور ، بل كان مدروسًا بعناية على مدى سـنوات عديـدة . وبالنسبة إلى معظم من عـاش تجربتـه الطويلـة في الحيـاة ، فإنـه كـان

مخلصًا لملك بريطانيا ، حيث عاش فرانكلين لسنوات عديدة في لندن مندوبًا لكومنولث بنسلفانيا للتعامل مع الحكومة البريطانيـة ، آخـذًا في اعتباره الاحتياطات اللازمة لحمايته من أعداء المستقبل .

أثناء وجود فرانكلين في لندن ، كان عضوًا نشطًا في جمعية رعاية الفنون والمصنوعات والتجارة Society for the Encouragement of Arts, Manufactures and Commerce التي ما زالت مزدهـرة حتى اليوم . وقد شجعت هذه الجمعية الاختراعـات والـصناعات من خلال تقديم منح مالية وجوائز للمخترعين وأصحاب الأعمال الحرة ، وكانت هذه الجوائز متاحـة - عـادة - في جميـع المجـالات سواء في إنجلترا أم في مستعمراتها في القارة الأمريكية ، إلا أن هـذه المنح كثيرًا ما كانـت توجـه لـدعم المـشروعات الاستعمارية التـي تشجعها الجمعية وتحث عليها .

وعنـدما انـضم فـرانكلين لأول مـرة لجمعيـة رعايـة الفنـون والمصنوعات والتجارة عـام 1755م ، كـان مـن المؤيـدين بحـماس لجهودها الرامية إلى تشجيع الاختراعات ، حيث وجد ذلك مكملًا لجهـود وأهـداف الجمعيـة الفلـسفية الأمريكيـة Philosophical Society in America ، إلا أنه – بمرور الـسنوات – صـار موقفـه أكثر أهمية ، ولم يظهر اختلافـه مـع أهـداف ونـشاط جمعيـة رعايـة الفنون والمصنوعات والتجارة ، وظل عضوًا ملتزمًا . واستمر ذلك الموقف المؤيد خلال حـرب الاسـتقلال الأمريكيـة وحتـى وفاتـه

(عام 1790م) ، إلا أنَّه سجَّل بصورة شخـصية في هـامش كتـاب شعوره الحقيقي حول نظـام المـنح والجـوائز التـي كانـت تقـدمها الجمعية ، قال فيه :

«إن ما تطلقون عليه مكافآت ، والتـي يقـدمها البرلـمان والجمعيـة، ليست سوى إغراءات تُقدم لنا ؛ وذلك لحثنا على ترك وظائفنا التي تحقق لنا دخولًا جيدة ، والانشغال بمثل هذه الأعمال التـي تحقـق المنـافع لكـم ، وهـذا هـو الهدف الحقيقي وراء ما تقدمونه من هبات سخية » .

كتب فرانكلين هذه الكلمات عام 1770م ، قبل انـدلاع الحـرب الأهلية بخمس سنوات ، تلك الحرب التي أنهت الحكم البريطـاني في المستعمرات الأمريكية الثلاث عشرة .

واعتُبِرَ فرانكلين متمردًا لأول مـرة عنـدما اعتـبر أن الوقـت قـد حان، وأن الفرصة أصبحت مواتية . وعلى الرغم من تمرده فإنَّـه ظـل محافظًا ، لا يهدف إلى التدمير ، بـل حـافظ – بقـدر الإمكـان – عـلى النظام القائم للمجتمع . وأثنـاء عملـه دبلوماسـيًّا في بـاريس ، فإنـه انسجم بسلاسة داخل الطبقة الرسمية لفرنسا قبل الثورة . ثم اختلف الوضع بعد ذلك بعشر سنوات في عصر دانتون Danton وروبـسبيير Robespierre .ويُعتبر التمرد الذي جسَّده فرانكلين تمردًا في الأفكار، قاده الفكر والحساب أكثر من العاطفة والكراهية .

وعلى الرغم من عنوان هذا الكتاب ، فإن المقالات الـواردة فيـه ليـست عـن علـماء متمـردين ، ولكنهـا عبـارة عـن مجموعـة مـن

مرجعيات الكتب ، والمقدمات ، ومقالات عن طائفة متنوعة من الموضوعات . نُشرت معظم هذه المقالات في مجلة نيويورك لاستعراض الكتب The New York Review of Books ، وإنني ممتنّ لهذه المجلة لدعوتي إلى جمع هذه المقالات في كتاب واحد ، وكذلك السماح لي بإضافة مقالات أخرى نُشرت في مجلات مختلفة. وتوضح الملحوظات المرجعية الموجودة في نهاية هذا الكتاب أين نُشرت كل مقالة من هذه المقالات ، وسبب كتابتها .

وتنقسم مجموعة المقالات الواردة في هذا الكتاب إلى أربعة أقسام وفقًا لموضوعها ومُرتَّبَةً زمنيًّا داخل كل قسم . يتناول القسم الأول القضايا السياسية الناجمة عن العلم والتكنولوجيا ، ويهتم القسم الثاني بمشاكل الحرب والسلام ، ويتناول القسم الثالث تاريخ العلم ، أما القسم الرابع فيتناول تأملات شخصية وفلسفية . ويظهر فرانكلين كعالم متمرد مرة واحدة – على الأقل – في كل قسم عن طريق الصدفة وليس تعمدًا ، إلا أن هناك مقالات تناولت علماء مثل جون كوك كروفت John Cock – Croft ، وأرنست والتون Ernest Walton (المقالة رقم 21) وهما أبعد ما يكونان عن العلماء المتمردين ، بالإضافة إلى مقالات مثل تلك التي تستعرض دور ماكس هاستينجز Max Hastings في الحرب الفاصلة الكبرى (المقالة رقم 13) ، وهي مقالة تهتم بالجندية أكثر من اهتمامها بالعلماء .

أحد أسباب سعادتي للكتابـة لمجلـة The New York Review أنها تنشر مقالات طويلة ، حيث يطلب الناشر مقالات تحتوي على نحو أربعة آلاف كلمـة ، مـا يعنـي أن المقالـة الواحـدة يمكنهـا أن تستعرض موضوعًا متكاملًا وليس مجرد ملخص بسيط لمقالة . أمـا المقالات القصيرة في هذه المجموعة فقد نُشرت في مجلات أخـرى . وإذا اعتبرنا هذا الكتاب بمثابة شـطيرة (سـندوتش) ، فـإن قِطـع اللحم هي سلسلة المقالات الطويلة الاثنتي عشرة التـي نُـشرت في مجلة The New York Review ، ومعظم هذه المقالات موجـود في القسم الثالث من هذا الكتاب .

هناك أربعة موضـوعات أخـرى تمثـل قطـع اللحـم الـسابقة ، إلا أنها لم تُنشر في مجلة The New York Review ، إحداها محاضرة لبيرنال Bernal (المقالة رقـم 24) ، حيـث نـشرها كـارل سـاجان Carl Sagan كملحق لكتاب مؤتمر حول الاتصال بعوالم متحـضرة خارج نطاق الأرض في الفضاء الخـارجي . أمـا المقـالات الثلاثـة الأخرى (أرقام 8 ، 9 ، 10) فهـي مقـالات مـأخوذة مـن كتـابي «الأسلحة والأمل Weapons and Hope » الذي نفـد . وقـد أدى انهيار الاتحاد السوفيتي إلى إهمال كتابي « الأسلحة والأمـل » إلا أن هذه المقالات الثلاثة كتبت للتاريخ ؛ لذا يجب المحافظة عليها .

وتبدأ هذه المجموعة بمقالة « العالم متمـردًا The Scientist as Rebel» وتعود هذه المقالة إلى مناقشة تمت أثناء مقابلة جمعت علـماء

وفلاسفة في جامعة كمبردج بإنجلترا في نوفمبر عام 1992م ، وكانت المناسبة ذكرى اللورد جيمس أوف روشولم Lord James of Rusholme الذي مات قبل ستة أشهر من ذلك التاريخ عن عمر يناهز الثلاثة والثمانين عامًا قضاها في أعمال عظيمة رفعته إلى قمة النظام التعليمي البريطاني .

وقد وصفه النعي الذي نُشر في الصحف بعد وفاته بأنه كان قادرًا على تنظيم العمل وإدارته ، حيث أسس جامعة يورك York University ، كما أنه شغل منصب نائب المستشار لمدة أحد عشر عامًا منذ بداية تأسيسها عام 1962م حتى عام 1973م .

من مآثر اللورد جيمس أنه كانت له وجهات نظر محافظة حول التعليم ، حيث كان مؤيدًا للمنح الدراسية والأكاديمية ذات النظام القديم ، كما أنه حارب بضراوة لتصبح جامعة يورك مجتمعًا من العلماء على مستوى فكري راقٍ يضاهي مستوى جامعة أوكسفورد Oxford . ذكر «Jude the Obscure»(*) قائلًا : « أنت لا تحتاج إلى النظر طويلًا وبصورة يائسة إلى أبراج الجامعة ذات القمم المستدقة، والتي يتعذر الوصول إليها ، حيث يكفيك الحصول على ثلاثة تقديرات « جيد » لكي تمر ويُسمح لك بالتسجيل في الجامعة » .

جاهد اللورد جيمس ليجعل جامعة يورك موطنًا للنخبة المثقفة ، على أساس أن تتنافس هذه النخبة فيما بينها في الذكاء

(*) واحدة من أهم روايات الأديب الإنجليزي توماس هاردي Thomas Hardy.

والقـــدرات العقليـــة ، ولـــيس في المـــال والطبقـــة الاجتماعيـــة . واصطدمت نظرته إلى التعليم مع التيـارات الـسياسية التـي كانـت سائدة في خمـسينيات وسـتينيات القـرن العـشرين ، حيـث كانـت النظرة السائدة أن التعليم العالي يجـب أن يكـون متاحًـا للجميـع ، وليس للنابغين فقـط ، ويمكـن لأي شـخص الالتحـاق بالجامعـة سواء حقق النجاح والحصول على مستوى جيد أم لا .

وفي النهاية ، فإن جهود اللورد جيمس ذهبـت سُـدى أمـام مـا اعتبره حماقة من السياسيين ، وعندما خسر معركته في وضع معـايير فكرية صارمة ، قال إنه يقتبس من قـصيدة للـشاعر مـاثيو أرنولـد Matthew Arnold الأبيات التالية :

اتركوا المنتصرين عندما يأتون
وعندما تسقط حصون الحماقة
ستجد القوة في الهزيمة

لقد أهديت كتابي « العالم متمردًا The Scientist as Rebel » إلى اللورد جيمس ؛ لأنه كان - مثل بنيامين فرانكلين - عالمًا ومتمردًا. ومثل فرانكلين ، حقق اللورد جيمس أشياء عظيمة كمتمرد ، فقـد كان يصبو إلى بناء مجتمع جديد بدلًا من تدمير مجتمع قـديم ، وهـو كذلك مثل فرانكلين ، بنـى مؤسـسات تبقـى وتـدوم مـن بعـده . وعندما تم للورد جيمس مـا أراد مـن بنـاء جامعـة جديـدة ، ظـل مديرًا محافظًا على التقاليد .

كنت على معرفة وثيقة باللورد جيمس قبل ذلك بنحو ثلاثين عامًا ؛ أي منذ فترة طويلة من الوقت ، وقبل أن يحلم أيٌّ منا بأنه سوف يجلس يومًا في مجلس اللوردات . وفي تلك الأيام ، كان قريبًا من إيريك جيمس Eric James ، وهو مدرس الكيمياء في مدرسة بمدينة وينشستر Winchester ، حيث كنت صبيًّا حينذاك . وقد نشر إيريك كتابًا تعليميًّا ناجحًا بعنوان « عناصر الكيمياء الطبيعية Elements of Physical Chemistry» الذي استُخدم على نطاق واسع في المدارس .

وفي النهاية ، فإن إيريك جيمس كان عالمًا ، وكان متمردًا متحررًا ومستقلًّا ، أدخل الكثير من الهواء النقي إلى الحجرات القديمة لكلية وينشستر ، إلا أنه كان يعلم جيدًا قيمة التقاليد ، وكان ناضجًا بدرجة كافية لأن يرى جانبي الصورة .

في وينشستر ، حيث كانت التقاليد الفكرية أمرًا مفروغًا منه ، رأينا إيريك كإصلاحيٍّ ، وفي مدينة يورك في سيتينيات القرن العشرين ، حيث كانت المعايير الفكرية معرضة للهجوم في كل مكان ، رأينا إيريك المتمسك بالتقاليد .

وبين مدينتي وينشستر ويورك ، قضى إيريك سبعة عشر عامًا مديرًا لمدرسة مانشستر لقواعد اللغة Manchester Grammer School . وفي مدينة مانشستر في سنوات ما بعد الحرب ، احتل

إيريك موقعًا متوسطًا في المجتمع الذي كان يعيد بناء نفسه ، ولقـد وفرت له هذه الفترة في مدينة مانشستر الفرصة للجمـع بـين اثنـين من الأهداف الرئيسية التي سعى إليها في حياته ، الأول هـو تعلـيم الأطفال الموهوبين ، والثاني هو إصلاح المجتمع .

تعود معظم ذكرياتي الحية عن إيريـك إلى صـيف عـام 1941م ، حيث تم تجنيد العديد من عمال المزارع البسطاء في الجيش ؛ لذا تـم الاسـتعانة بتلاميـذ المـدارس والمدرسـين للمـساعدة والعمـل في المزارع خلال العطلات المدرسية . كنا معًا - أنا وإيريك - في مخـيم لمدة أسبوعين في جـو مـشبع بالرطوبـة في منطقـة ريفيـة بهامبـشير Hampshire في محاولة لإنقاذ محصول القمح والشوفان المبلل بالماء، حيث كانت السنابل الخضراء ظاهرة على قمم النباتات . وفي تلـك الأيـام لم يكـن لـدى المـزارعين أمـاكن مُـدَفَّأة لتجفيـف محـصول الحبوب، فكانت الرطوبـة المرتفعـة في شـهر أغـسطس تـؤدي إلى تعفن محصول الحبوب وفـساده . لقـد عملنـا - أنـا وإيريـك - في الحقول طوال النهار ، أما في المساء فكنا نمضي الوقت داخل خيامنا نناقش نواحي الحياة المختلفة .

وخلال هذين الأسبوعين استعدنا الأحداث الماضية خلال فترة الدراسة وتأملنا فيها ، وكانت فرصة لنا لكـي نخـرج مـن شرنقـة الحياة الأكاديمية ، ونشاهد ما يجري في العالم الخارجي ، وصـاحب ذلك تعليقات وتفسيرات عديـدة مـن إيريـك وزوجتـه كورديليـا

Cordelia التي حاربت بشجاعة لمدة خمسين عامًا بجوار زوجها ضد حصون الحماقة .

وفي هورستبورن Hurstbourne ، بدأ الصدام بين إيريك وزوجته كورديليا وبين اللورد ليمنجتون Lord Lymington الذي يمتلك الأرض التي كنا نعمل عليها . وهو نفسه اللورد ليمنجتون الذي سنتحدث عنه في المقالة السابعة عشرة من الكتاب وذلك في استعراض جيمس جليك James Gleick للسيرة الذاتية لنيوتن. لقد ورث اللورد ليمنجتون مخطوطات نيوتن وبددها بلا مبالاة في شتى أنحاء العالم وذلك عن طريق بيعها في المزاد العلني في قطع صغيرة .

استضافنا إيريك وزوجته كورديليا في المساء ، وقضينا الوقت في تقليد ومحاكاة دقيقة لصوت اللورد ليمنجتون ذي النبرة العالية ، وخطابه السخيف .

وعندما تُوفي إيريك جيمس عام 1992م ، عرض فيلم « جمعية الشعراء الموتى Dead Poets Society» في دور العرض « السينما » وهي قصة تدور حول مدرسة إعدادية أمريكية خاصة بالطبقة الاجتماعية العليا (الأرستقراطية) ومدرس إنجليزي يصادف المتاعب نتيجة عدم التزامه بالمناهج الدراسية المقررة . ويناقش موضوع الفيلم التمرد « Rebellion » ؛ ولا يخلو الفيلم من التشبيهات ، فالمناهج الدراسية المقررة ذات علاقة بالحمار ، ومدير

المدرسة هو قميص محشو بالقش ، والشيء الإيجابي الوحيد في هـذه المدرسة هو المدرس الإنجليزي ومجموعـة مـن الفتيـان المتمـردين الذين شجعهم هذا المدرس على كسر هذه القواعد الجامدة العتيقة.

جـاء هـذا الفـيلم مناسـبًا لـذكرى إيريـك جـيمس ، وكانـت مدرستنا في ونشستر تشبه هذه المدرسة التي تناولها الفـيلم ، حيـث كان الجو هو نفسه ، وكذلك الفتيان المتمردون ، ومدير المدرسة ذو الحديث السلس . وبدلًا من عقد الاجتماعات في كهـف مـا لـيلًا ، استفدنا نحن من التعتيم خلال زمن الحرب للتسلق والوصـول إلى أسطح المنازل لنعقد اجتماعاتنا في الهواء الطلق . وبدلًا من المدرس الإنجليزي المخرب ، كان لـدينا مـدرس الكيميـاء المـدمر . ومثـل المدرس في الفيلم ، كان لدى إيريك جيمس الميل العاطفي للشعر ، وكان قد حصل على درجـة الـدكتوراه في الكيميـاء ، إلا أنـه كـان مدركًا أن هذه الدرجة العلمية العالية لن تكون ذات معنى في نقـل المحاضرات التقليدية حول التفاعلات الكيميائيـة التـي يمكـن أن نتعلمها بصورة أفضل وأسرع من الكتب الدراسية ؛ لـذلك فلقـد وضع إيريك جانبًا أكاسيد الحديدوز والحديديك ، وقرأ لنا أحدث قـصائد أوديــن Auden وإشروود Isherwood وديـلان تومـاس Dylan Thomas وسيـسل داي لـويس Cecil Day Lewis ، وهـم الشعراء الذين تحدثوا عن جيل الشباب في السنوات الأولى البائسة من الحرب العالمية الثانية .

وبعد أربعين عامًا ، التقيت بإيريـك جـيمس في حفـل بجامعـة يورك ، وذلك بعد تقاعده وتركه لمنصب نائب المستـشار . وكانـت هذه هي المرة الأولى التي أقابله فيها منذ أن كنت في السابعة عـشرة من عمري . بدأت معه حوارًا ، اقتبسته من إحـدى القـصائد التـي قرأها علينا منذ نحو أربعين عامًا ، وقد كتبها داي لويس ، وتـدور حول الحرب في أسبانيا :

إنهم لم يتحملوا الحياة الجميلة

وذهبوا إلى معركة محتملة

متوقعين الهزيمة ، فهُزموا فعلًا

واستكمل إيريك دون توقف من ذاكرته الشخصية :

تدفق المد في بسكاي

وغطى عظامًا عديدة صلبة

وتنهدت الرياح

حول جدران السجن حيث الباقي

يلاقي قدره مثل السفينة التي تصدأ

فالرجال من بلاد الباسك ، من مار كانتابريكو **Mar Cantabrico**

ومن حسن الحظ ، أنه كان لدينا مدير لمدرستنا ، على عكس المدير في الفيلم ، حيث كان يمتلك من الحكمة مـا يكفـي ليتحمـل إيريـك جيمس ، ويطلق يـده في المدرسـة . وقبـل إيريـك التسلـسل الهرمـي

للتعليم الإنجليزي ، وأصبح هـو نفـسه مـديرًا للمدرسـة ، وأسـس جامعة ، وحصل على مكافأة من الدولة ، ومُنح لقب بارون .

ربما مـن الـصعب أن نتـصور أن مدرسًـا للكيميـاء في مدرسـة إعداديـة بالولايـات المتحـدة ينهـي حياتـه المهنيـة بهـذه الدرجـة العظيمة ، إلا أن إيريك كان يحمل في قلبه جـزءًا متمـردًا ، فخـلال أربعين عامًا من النشاط والقدرة على الابتكار في الحياة ، كان يتذكر جيدًا الحزن والانفعال العـاطفي الـذي يعـود لأربعينيـات القـرن العشرين ؛ وذلك عندما رأينا الجحيم يشق سطح الأرض .

إن الحزن والعاطفة ما زالا جزءًا من حياتنا ، وهذا الحزن وهـذه العاطفة هما ما جعلا إيريك جيمس معلمًا عظيمًا .

حياة إيريك جيمس تبرهن على أنه لا تناقض بـين روح التمـرد والـسعي إلى التفـوق مـن خـلال الانـضباط الفكـري . وهـذا مـا نشاهده كثيرًا في تاريخ العلم ، حيث كان التمـرد والكفـاءة المهنيـة يسيران جنبًـا إلى جنـب ؛ لـذلك خصـصت عـدة فـصول في هـذا الكتاب لمشاهدة العلماء الذين كانوا أيضًا متمردين مشهورين .

يعتبر توماس جولـد Thomas Gold (الفـصل الثالـث) فلكيًّـا عظـيم الـشأن ، وقـد اتُّهـم بالهرطقـة في أفكـاره في العديـد مـن الموضوعات . وجوزيف روتبلاط Joseph Rotblat (الفصل الثاني عشر) الذي كان عالمًا فريدًا وانسحب وقـت الحـرب مـن مـشروع

قنبلة لوس ألامـوس Los Alamos bomb Project عنـدما علـم أن التهديد من القنبلة الذرية الألمانية قد زال . ونوربرت وينر Norbert Wiener (الفصل الثاني والعشرون) الذي كان عالمًا كبـيرًا في علـم الرياضيات ، ورفض لأسباب أخلاقية ، التعامل مـع أي صـناعة أو حكومـة . وديزمونـد برنـال Desmond Bernal (الفـصل الرابـع والعشرون) الذي كان واحدًا من الآباء المؤسسين لعلـم البيولوجيـا الجزيئية Molecular biology ، كان أيضًا عـضوًا مخلـصًا في الحـزب الشيوعي ، ومؤمنًا بالماركسية .

كما خصـصت ثلاثـة فـصول في هـذا الكتـاب (23 ، 25 ، 26) لأستاذي ريتشارد فاينمان Richard Feynman ، عالم الفيزيـاء الـذي يشابه إلى حد كبير إيريـك جـيمس ، وكـان لفـاينمان روح التمـرد ، واجتمعت فيه صفات التفـاني في العلـم ، والـروح المرحـة ، وحـب المغامرة حول العالم .

إن العالم الذي يصف ببلاغة فائقة دور التمرد في مجـال العلـم ، هـو عالم الحفريـات لـورين إيـسلي Loren Eiseley ، ومـن المؤسـف أنـه لم يُخصص لإيسلي فصل في هذا الكتاب . كان إيسلي كاتبًا رائعًـا معروفًـا جدًّا لعامة جمهور القراء من خـلال كتبـه مثـل « الرحلـة الهائلـة The Immense Journey » ، و«الكـون غـير المتوقـع The Unexpected Universe » ، وفي هـذه الكتـب حكـى إيـسلي قصـصًا مثـيرة حـول مخلوقات حية وميتة ، واجهها خلال عمله كعـالم طبيعـة وباحـث عـن الحفريات .

وكان أكثر كتبه شخصية هو سـيرته الذاتيـة ، وعنوانهـا : « كـل الـساعات الغريبـة All the Strange Hours » . ويفـسر إيـسلي في كتابه هذا السبب في كونه متمردًا ، ولماذا كان شاعرًا ، ولمـاذا يـشعر بأقل قدر من القرابة مع زملائه العلميين « الأكاديميين » ، بالمقارنة بسجين مذنب هارب من السجن في ليلة من ليالي الـشتاء البـاردة ، يصارع الموت على الثلج . وكانـت صـورة إيـسلي للـسجين الـذي ينزف على الثلج هي نفسها صورة داي لويس عن البحارة الأسبان الذين أصابهم المرض في سجن فرانكـو . وهكـذا فـإن الـصورتين تحكيان عن حالة الإنسان ، وهي مـا زالـت صـالحة إلى اليـوم كـما كانت قبل ستين عامًا.

فريمان دايسون . برنستون ، **2006**م .

الباب الأول

قضايا معاصرة في مجال العلم

1

العالم متمردًا

لا شيء يضاهي الرؤية العلمية الفريدة أكثر من الرؤية الشاعرية الفريدة ، فالعلم هو فسيفساء من رؤى جزيئية متضاربة ، إلا أن هناك عنصرًا واحدًا مشتركًا بين هذه الرؤى هو التمرد على القيود التي تفرضها الثقافة المحلية السائدة ، سواء كانت شرقية أم غربية حسب مقتضى الحال .

والرؤية العلمية ليست غربية على وجه التحديد ، وقد تكون هذه الرؤية العلمية عربية أو هندية أو يابانية أو صينية ، فالعرب والهنود واليابانيون والصينيون كان لهم نصيب كبير في تطوير العلم الحديث . وقبل ألفي سنة ، كانت بدايات العلوم أكثر ما تكون في الحضارات البابلية والمصرية القديمة واليونانية ، ومن الحقائق الجوهرية عن العلم أن الاهتمام به لم ينحصر في الشرق والغرب ، أو في الشمال والجنوب ، ولا في سلالة بشرية معينة مثل السود

أو البيض أو الصفر . بل كانت الرؤية العلمية ملكًا للجميع ، ولكل شخص مستعد لبذل الجهد ليتعلم ويعرف .

وما ينطبق على العلم الحقيقي ينطبق أيضًا على الشعر ، حيث لم يكن الشعر اختراعًا عربيًّا ، ففي الهند شعراء أقدم من هوميروس، وكان للشعر تاريخ عميق في الثقافتين العربية واليابانية . كذلك كان الحال في الثقافتين الروسية والإنجليزية . وإنني - في هذا الكتاب - عندما أقتبس قصائد باللغة الإنجليزية ، فهذا لا يعني أن الرؤية الشعرية هي رؤية غربية ، فالشعر والعلم هبة للبشرية جمعاء.

ومنذ عصر عالِم الرياضيات العظيم والفلكي العربي عمر الخيام(*) ، كان العلم تمردًا على القيود الفكرية ، وقد عبر عنه عمر الخيام بطريقة مباشرة في قصيدته الرائعة :

وهذا الوعاء المقلوب الذي يُعرف بالسماء

والذي نحشر تحته ، نحيا ويصيبنا الفناء

لا ترفع يديك عاليًا طالبًا المساعدة

فأنت وأنا نخضع لقانون الضعفاء(**)

(*) هو غياث أبو الفتح عمر إبراهيم الخيام (1040 - 1131م) عالم وشاعر مسلم من أصل فارسي . والخيام هو لقب والده ، حيث كان يعمل في صنع الخيام - «المترجم » .

(**) الأبيات مترجمة عن النص الإنجليزي - «المترجم» .

وقبل الأجيال الأولى من العلماء اليابانيين في القرن التاسع عشر ، كان العلم تمردًا على ثقافتهم التقليدية للنظام الإقطاعي . وكذلك الحال في الهند ، كان علماء الفيزياء (الطبيعة) العظماء في هذا القرن (القرن العشرين) مثل رامان Raman وبوس Bose وساها Saha متمردين بصورة مزدوجة ، الأولى ضد السيطرة الإنجليزية ، والثانية ضد التعاليم الهندوسية الجبرية .

وكذلك كان الحال في الغرب ، حيث تمرد علماء عظام ابتداءً من جاليليو Galileo وحتى آينشتاين Einstein . ويصف آينشتاين هذه الحالة قائلًا :

« عندما كنت في الصف السابع في صالة ليوتبولد Luitpold للألعاب الرياضية في ميونخ (ألمانيا) ، استدعاني معلم الفصل ، وأعرب عن رغبته في أن أترك المدرسة . وعندما قلت إنني لم أفعل شيئًا بطريقة خاطئة ، أجاب: « إن مجرد وجودك يفسد احترام الفصل لي » .

كان آينشتاين سعيدًا بالمساعدة التي قدمها لمعلمه ، فاتبع مشورته وترك المدرسة في سن الخامسة عشرة .

ومن هذه الأمثلة وغيرها كثير ، نرى أن العلم لا تحكمه قواعد الفلسفة الغربية ولا المنهجية الغربية ، ولكن العلم هو تحالف

أرواح حرة لجميع الثقافات التي تتمرد ضد الطغيان المحلي لكل ثقافة تُفرض على أبنائها . وبقدر ما أنا عالم ، فإن رؤيتي للكون ليست مختزلة ولا مبالغًا فيها ، وليس لديَّ أي استخدام لوسائل الدعم الدولية من أي نوع ، وأنا أشعر أني مسافر في رحلة هائلة Immense Journey لعالم الحفريات لورين إيسلي Loren Eiseley ، رحلة أطول بكثير من تاريخ الأمم وفلسفتها ، وأطول بكثير حتى من تاريخنا نحن البشر .

ومنذ سنوات قليلة ، وصل معرض للفن الكهفي للعصر الحجري إلى متحف التاريخ الطبيعي في نيويورك ، وكانت فرصة رائعة أن نرى في مكان واحد منحوتات عظمية كان يُحتفظ بها عادة في عدة متاحف منفصلة في فرنسا . وقد صُنعت معظم هذه المنحوتات في فرنسا منذ نحو 14000 سنة ، خلال فترة قصيرة من ازدهار الإبداع الفني في نهاية العصر الجليدي الأخير .

وكان جمال ودقة النحت غير عادي ، فالشعب الذي نحت هذه الأشياء لا يمكن أن يكون مجرد صيادين عاديين يسلون أنفسهم وينحتون هذه القطع الفنية الرائعة وهم جالسون أمام النار المشتعلة أمام الكهف ، بل يجب أن يكونوا فنانين مدربين من خلال ثقافة رفيعة المستوى .

وأكبر مفاجأة ، عندما ترى هذه الأشياء لأول مرة ، هي معرفتك حقيقة أن الثقافة ليست غربية . وأن هذه الأشياء لا تشابه

على الإطلاق الفنون البدائية التي نشأت في وقت لاحق منذ عشرة آلاف سنة في بلاد ما بين النهرين ، ومصر ، وكريت . ولو لم أكن أعرف أن هذا الفن الكهفي القديم عثر عليه في فرنسا ، لتصورت أنه جاء من اليابان . فالأسلوب الذي نُحت على هذه القطع الفنية يبدو اليوم يابانيًّا أكثر منه أوربيًّا . بَيَّن لنا هذا المعرض بوضوح ، بعد ما يزيد على عشرة آلاف سنة ، أن الفروق بين الثقافات الغربية والشرقية والإفريقية تفقد كل معنى .

منذ نحو 100 ألف سنة كانت البشرية كلها إفريقية ، ومنذ نحو 300 مليون سنة كنا جميعًا برمائيات ، نتهادى في سيرنا خارجين من البرك الجافة إلى الأرض الصلبة غير الآمنة .

ومع هذه النظرة الطويلة إلى الماضي البعيد ، جاء روبنسن جيفرس Robinson Jeffers بنظرة أبعد إلى المستقبل . وبنظرة متأملة ، ليست الحضارة الأوربية فقط ، ولكن الجنس البشري نفسه ، هو عابر الطريق.. هذه هي رؤية روبنسن جيفرس ، التي عبَّر عنها في مقاطع مختلفة من قصيدته الطويلة « الفأس المزدوج The Double Axe » ، يقول فيها :

تعال أيها الصغير

أنت لا تزيد في قيمتك عن الثعالب والذئاب الصفراء

ومع ذلك سوف أهبك الحكمة

يا أطفال المستقبل
المتاعب قادمة ، فالعالم منذ هذا الوقت
أشرعة على الصخور ، ولكنك سوف تولد وتعيش بعد ذلك
وسوف يأتي اليوم الذي تخدش فيه الأرض نفسها وتبتسم
ثم تزيل البشرية من على سطحها
ولكنك سوف تولد قبل ذلك
وسوف يجيء الوقت ، بدون شك
عندما تموت الشمس أيضًا ، سوف تتجمد الكواكب
والهواء فوقها عبارة عن غازات مجمدة ، ورقائق بيضاء من الهواء
وسيكون الغبار ، حيث لا رياح تحركه ، معتمًا
بينما تتلألأ أضواء النجوم
وعندما تموت الرياح ، ترقد جثتها البيضاء
وسوف تموت المجرة ، التي تتألق في درب التبانة
وعالمنا ، وجميع النجوم ذات الأسماء ، كله يموت
هو ليل فسيح ، كيف نشأت أيها الليل العزيز؟
وكيف تسير في طرقاتك الخاوية؟ كم هي طويلة

لم يكن روبنسون جيفرس(*) عالمًا .. لكنه كان في تعبيره عن تلك الرؤية العلمية أفضل من أي شاعر آخر ، ومثله مثل آينشتاين ،

(*) روبنسن جيفرس : «الفأس المزدوج وقصائد أخرى» شاملة 11 قصيدة محظورة (ليفريت Liveright ، 1977) .

كان ساخرًا ومستقلًّا وأكثر ازدراء للتفاخر الـوطني والمحظـورات الثقافية .. وقال إنه يقف أمام الطبيعة وحيدًا في رهبة .

وقف روبنسن جيفرس منفـردًا في معارضـة متـشددة لحماقـات الحرب العالمية الثانية ، وكانت قصائده خلال تلـك الـسنوات مـن الهيجان الوطني غير منشورة . ونُشرت قصيدته « الفأس المزدوج » أخيرًا عام 1948م ، بعد فترة طويلة من النزاع بينه وبين الناشر .

اكتشفت جيفرس بعد ثلاثين عامًا مـن ذلـك الوقـت ، عنـدما أَصبحت الأحزان والآلام النفسية للحرب ذكرى بعيدة . ولحـسن الحظ فإن أعماله الآن مطبوعة ومنشورة ويمكنك قراءتها بنفسك .

وللعِلم كعامِل مدمر تاريخ طويل ، فهناك قائمـة طويلـة تـضم علماء تم سجنهم ، وعلـماء آخـرين تـم مـساعدتهم عـلى الهـروب وأنقذت حياتهم . وفي القرن العشرين شاهدنا عـالم الفيزيـاء ليـف لانداو Lev Landau مسجونًا في الاتحاد السوفيتي ، وخاطر بيـوتر كابيتـسا Pyotr Kapitsa بحياتـه بتوجيـه نـداء إلى سـتالين Stalin للإفراج عن لانـداو .كـما شـاهدنا عـالِم الرياضـيات أندريـه ويـل André Weil مـسجونًا في فنلنـدا خـلال شـتاء 1939 – 1940م في فترة الحرب ، وقد أنقذ لارس ألفورس Lars Ahlfors حياته .

كانت أروع لحظة في تاريخ معهد الدراسات المتقدمـة – حيـث أعمل – في عام 1957م عندما تم تعيين عـالِم الرياضـيات تـشاندلر

ديفيس Chandler Davis عضوًا في المعهد ، مع الدعم المالي الـذي تقدمه الحكومة الأمريكية مـن خـلال المؤسـسة الوطنيـة للعلـوم . وأدين ديفيس بعد ذلك لأنه رفض الوشاية بأصدقائه عندما سُـئل من قبل مجلس النواب في الولايات المتحدة الأمريكيـة عـن أنـشطة اللجنة ، فأدين بتهمة ازدراء الكونجرس لعدم الإجابة عن الأسئلة الموجهة إليه ، وتمت إدانته أمام المحكمة العليا .

وبينما كانت قضيته قيد الاستئناف ، جاء ديفـيس إلى برينـستون Princeton وواصل العمل في مجال الرياضيات . ويعتبر هذا مثـالًا جيدًا للعلم كعامل مدمر . وعندما انتهت فترة وجـوده في المعهـد ، خسر ديفيس الاستئناف الذي قدمـه ، وسُـجن لمـدة سـتة أشـهر . واليـوم يعتـبر ديفـيس أسـتاذًا مرموقًـا يعمـل في جامعـة تورنتـو Toronto ، ويشارك بنشاط في مساعدة المسجونين للإفراج عنهم.

وثمة مثال آخر للعلم كعامل مدمر ، وهـو أندريـه سـاخاروف Andrei Sakharov . وينتمـي ديفـيس وسـاخاروف إلى التقاليـد القديمة للعلـم ، والتـي يـسلك فيهـا كـل الـسبل التـي تعـود إلى المتمردين مثل بنيـامين فـرانكلين Benjamin Franklin وجوزيـف بريستلي Joseph Priestley في القـرن الثـامن عـشر ، وإلى جـاليليو Galileo وجيوردانو برونـو Giordano Bruno في القـرنين الـسابع عشر والسادس عشر .

وكم كنت محظوظًا لتعرفي على العلم ، في المدرسة ، بصفته نشاطًا مدمرًا للأطفال صغار السن . ولقد نظمنا جمعية علمية في المدرسة تعبيرًا عن تمردنا في مواجهة الدراسة الإجبارية للغة اللاتينية ، وإلزامنا بممارسة لعبة كرة القدم ، علينا أن نحاول أن يعرف أطفالنا الآن العلم كتمرد ضد الفقر والقُبح والظلم ، والحكم العسكري ، والظلم الاقتصادي .

تم تحديد رؤية العلم كتمرد بوضوح في جامعة كمبردج Cambridge في 4 فبراير 1923م في محاضرة ألقاها العالم البيولوجي هالدان J.B.S. Haldane على مجتمع من الهراطقة المنشقين عن السلفيين. ونشرت هذه المحاضرة في كتاب صغير تحت عنوان « دايدالوس Daedalus » في هذا الكتاب عرض هالدان رؤيته لدور العلماء ، وسمحت لنفسي قليلًا باختصار رؤية هالدان ، وحذف العبارات التي استشهد بها ، والتي كتبها باللغتين اللاتينية واليونانية ، لذا فيؤسفني أنه لم يعد بوسعي تقدير هؤلاء المنشقين في كمبردج الوارد ذكرهم بهاتين اللغتين .

إن الشخص المحافظ يشعر بقليل من الخوف من ذلك الذي يجعل فكره خادمًا لعواطفه . لكن عليه أن يحذر ذلك الذي يحول فكره إلى أبشع وأخطر ما في عواطفه . هؤلاء هم هادمو الحضارات والمتشككون ، والمنحلون ، والزنادقة .

في الماضي ، كان هناك رجال أمثال ڤولتير Voltaire وبينثام Benthham وطاليس Thales وماركس Marx ، ولكني أعتقد أن داروين Darwin

قدم لنا مثالًا من نفس الدرجة في مجال العلم . وأعتقد أن ما يصبح واضحًا كتفسير ومبرر للعلوم في الوقت الحاضر ، لا يتمتع بحرية أكثر في أي مكان، ولكن يمكن أن يُنتج آثارًا كبيرة على العالم من خلال العلم والسياسة والفلسفة والأدب، وهكذا سيكون لدينا أمثال العالم داروين في كل مجال .

ويجب علينا احترام العلم ، وذلك من خلال وجهات نظر ثلاثة : أولًا : هو نشاط حر للإنسان ، يعتمد على العقل والتفكير والخيال . وثانيًا : هو الذي يقدم الحلول للمطالب العديدة والاحتياجات البشرية من الثروة والراحة والانتصار والمزايا التي يمكن الحصول عليها مقابل السلام والأمن والاستقرار .

وهو – أخيرًا – إنجاز بشري تدريجي ومتراكم من حيث المكان والزمان ، ثم من حيث قيمته كعلم مطلق ، وأيضًا من حيث تأثيره على البشرية والأحياء الأخرى ، وفي النهاية ، فإن العلم قاهر للظلام وعناصر الشر في حد ذاته (*).

سبق لي أن أوضحت أن لديَّ رأيًا يشوبه عدم الرضا عما يعرف باسم الاختزال reductionism ، والذي يبدو لي أنه – في أحسن الأحوال – غير ذي صلة بالموضوع الأصلي ، وعلى أسوأ تقدير تضليل عما يدور حوله العلم . واسمحوا لي أن أبدأ بعلم الرياضيات البحتة ، هنا فشل الاختزال بصورة واضحة لا تقبل الجدل ، وسوف أروي قصة مألوفة للكثير منكم :

(*) J.B.S. Haldane مؤلف كتاب « ديدالوس Daedalus » نُشر أيضًا تحت عنوان « العلم والمستقبل Science and Future» الناشر كاجان باول Kegan Paul ، في لندن عام 1924م .

عالم الرياضيات الكبير ديفيد هيلبرت David Hilbert ، بعد ثلاثين عامًا من الإنجاز العلمي الإبداعي في أقصى ما انتهى إليه علم الرياضيات ، تجول في طريق أعمى من الاختزال والتبسيط . وفي سنوات عمره الأخيرة ، تبنى برنامجًا للتشكيل formalization يهدف إلى الحد من جميع أشكال العلوم الرياضية ، وجمعها في مجموعة من الحقائق الأساسية وذلك باستخدام محدود لحروف الأبجدية ، والرموز ، ومجموعة من البديهيات وقواعد الاستدلال .

كان هذا الاختزال (التبسيط) بصورة أكثر من المعنى الحرفي ، حيث اختزل علم الرياضيات إلى مجموعة من الرموز المكتوبة على الورق ، وتجاهل عن عمد سياق الأفكار والتطبيقات التي تُعطي معنى للرموز ، ثم اقترح هيلبرت بعد ذلك حلًّا للمسائل والمشكلات الرياضية عن طريق إيجاد خطوات عامة يمكن أن تُحدد وتضيف حقيقة أساسية تتألف من رموز رياضية ، وبيان ما إذا كان ذلك الحل صحيحًا أو غير صحيح .

ولقد أطلق هيلبرت على مشكلة البحث عن هذه العمليات المحددة اسمًا ألمانيًّا هو Entscheidungs problem ، وكان يحلم بحل هذه المشكلة ، وبالتالي حل جميع المشاكل والمسائل الرياضية الشهيرة التي لم يتم حلها بعد . وكان من المقرر أن يكون هذا الإنجاز هو الأكبر في حياة عالم الرياضيات هيلبرت . هذا الإنجاز

الـذي يفـوق جميـع الإنجـازات التـي حققهـا علـماء الرياضـيات الأوائل ، الذين تمكنوا من حل واحدة فقط من المـشاكل الرياضـية في ذلك الوقت .

كان جوهر برنامج هيلبرت هو إيجاد عملية اتخاذ القرارات التي من شأنها أن تعمل على الرموز المقترحة بطريقة آلية بحتـة ، دون أن يتطلب ذلك أي فهـم لمعناهـا أو مـدلولها . ومنـذ أن اختـزل علـم الرياضيات إلى مجموعة من الرموز التي تكتب على الورق ، وعملية اتخاذ القرار يتم اتخاذها بناءً عـلى هـذه الرمـوز فقـط ، ولـيس مـع الإنسان غير المعصوم من الخطأ .

وعلى الرغم مـن الجهـود الطويلـة لعـالم الرياضـيات هيلـبرت وزملائه ، فإن مـشروعه الـذي أطلـق عليـه اسـم Entschidungs problem لم ينجح أبدًا . وكـان النجـاح محـدودًا فقـط في مجـالات محدودة للغاية ، وليس في المجالات الهامة ذات التطبيقات العملية ، إلا أن هيلبرت لم يفقد الأمل ، ومع مرور السنوات أصـبح برنامجـه حقيقة واقعة ، وتم استخدامه . وأخيرًا ، وعندما كـان هيلـبرت في السبعين من عمره ، أثبت كورت جودل Kurt Gödel بـالتحليلات المثـيرة للإعجـاب أن برنـامج Entscheidungs problem الـذي وضعه هيلبرت لا يمكن حله .

أثبت جودل أن أي معادلة رياضية ، بما في ذلك القواعد الحسابية العادية ، هي مراحل متتالية لحقائق منفصلة ، كما أنه أثبت نتيجة الأقوى والتي تعرف الآن باسم نظرية جودل Gödel's theorem ، وهي في أي صياغة رياضية تحتوي على قواعد الحساب العادي ، وهناك تعبيرات حسابية واضحة المعنى ، لا يمكن اختبار مدى صحتها . وتوضح نظرية جودل بصورة قاطعة أن اختزال الرياضيات البحتة عديم الجدوى ، ولكي نحدد مدى صحة القاعدة الرياضية ، لا يمكن اختزال هذه القاعدة إلى رموز على الورق لدراسة سلوك هذه الرموز ، إلا في المجالات البسيطة ، فيمكنك أن تحدد حقيقة الرمز عن طريق دراسة معناه وسياقه في عالم الأفكار الرياضية .

ومن غريب المفارقات أن أكبر عدد من العلماء والأكثر إبداعًا في مجال العلم ، بعد تحقيقهم للاكتشافات الهامة ، وبعد تخيلاتهم غير المحدودة ، استبدت بهم هواجس فلسفة الاختزال في سنواتهم الأخيرة ، وكانت النتيجة عقيمة . ويعتبر هيلبرت مثالًا واضحًا لهذا التناقض ، وكان آينشتاين مثالًا آخر . وكما هو الحال مع هيلبرت ، فلقد أنجز آينشتاين عمله الرائع وهو في سن الأربعين دون أن يتحيز للاختزال ، وكان إنجازه الأكبر هو نظرية النسبية العامة للجاذبية الأرضية The general relativistic theory of gravitation ، وقد انبثقت هذه النظرية من فهمه العميق المادي للعمليات الطبيعية ، إلا

أنه في آخر لحظة من عشر سنوات من النضال من أجل فهم الجاذبية ، اختزل ما توصل إليه من فهم إلى مجموعـة مـن المعـادلات الميدانيـة . ولكنه - مثل هيلبرت - عندما تقـدم في العمـر ، ركـز اهتمامـه أكثـر وأكثر على الصفات المميزة لمعادلاتـه ، وفقـد اهتمامـه بعـالم الأفكـار الواسع ، الذي نشأت منه هذه المعادلات .

لقد أنفق آينشتاين العشرين عامًا الأخيرة من حياتـه في أبحـاث غير مجدية ، اهتم خلالها بمجموعة من المعادلات التـي مـن شـأنها توحيـد علـم الفيزيـاء ، دون الالتفـات إلى الانتـشار الـسريع للاكتشافات التجريبية ، والتي يمكن شرحها وتفسيرها بمعادلات بسيطة ، ولستُ بحاجة إلى أن أقول المزيد عن هذه القصة المأساوية المعروفة لمحاولة آينشتاين بمفرده اختزال علم الفيزياء إلى مجموعـة محدودة من الرموز على الورق ، ولقد فشلت محاولته بصورة كئيبـة كما فشلت محاولة هيلبرت لفعل الشيء نفسه مع علم الرياضـيات . وبدلًا من مناقشتي لجانب آخر من جوانب حياة آينشتاين في أيامـه الأخيرة ، فسوف أناقش جوانب أخرى لاقت اهتمامًا أقل من بحثه عن المعادلات الميدانية الموحدة ، مثل عدائه الشديد لفكـرة وجـود الثقوب السوداء .

اكتشف وجود الثقوب السوداء Black Holes العالمان روبـرت أوبنهايمر J.Robert Oppenheimer وهارتلاند سـنيدر Hartland

Snyder ، عام 1939م . وانطلاقًا من نظرية آينشتاين « النسبية العامة» وجد أوبنهايمر وسنيدر حلولًا لمعادلات آينشتاين التي وصفت ما يحدث للنجم المصمت عندما تنفد موارد الطاقة النووية به ، حيث ينهار النجم من ناحية الجاذبية ، ويختفي من الكون المرئي ، تاركًا وراءه مجالًا مغناطيسيًّا مكثفًا فقط ، يدل على وجوده. ويظل النجم في حالة من السقوط الحر الدائم ، وانهيار لا نهاية له إلى حفرة الجاذبية دون أن يصل إلى قاع . هذا الحل لمعادلات آينشتاين كان جديدًا ويصعب فهمه ، وكان له تأثير هائل على تطور علم الفيزياء الفلكية فيما بعد .

ونحن نعلم الآن أن الثقوب السوداء تتراوح أحجامها بين بضع شموس وبضعة ملايين من الشموس ، وهي موجودة فعلًا وتؤدي دورًا مهيمنًا في تنظيم الكون . وفي رأيي ، فإن الثقب الأسود لا يضاهى ، وهو أكثر إثارة وأهمية من نظرية النسبية العامة . والثقوب السوداء هي الأماكن الموجودة في الكون حيث النسبية العامة هي العامل الحاسم ، إلا أن آينشتاين لم يعترف بفكرة وجود هذه الثقوب السوداء ، وهو لم يكن مجرد متشكك ، بل كان مُعاديًا تمامًا لفكرة وجود تلك الثقوب السوداء .

وقال آينشتاين إنه يعتقد أن الثقب الأسود هو الحل لإزالة سلبية من نظريته وذلك بواسطة صياغة رياضية أفضل ، وليس بواسطة

نتيجة منطقية اختبرت عن طريق الملاحظة ، ولم يُبدِ حماسًا لفكرة الثقوب السوداء ، سواء كمفهوم أم احتمالية وجودها فيزيائيًّا .

ومن الغريب أن أوبنهايمر أيضًا - في الفترة الأخيرة من حياته - كان غير مهتم بالثقوب السوداء ، وعلى الرغم من ذلك يمكننا القول إنه ساهم مساهمة فعالة في معظم مجالات العلم . وكان كل من آينشتاين وأوبنهايمر - في أواخر أيامهما - عاجزين عن رؤية روعة رياضيات الثقوب السوداء ولم يلقيا بالًا إلى التساؤل عما إذا كانت الثقوب السوداء موجودة بالفعل أم لا .

ولعلنا نتساءل : كيف عجز العالمان عن الرؤية العلمية ؟ ومن أين أتت هذه اللامبالاة؟ إنني لم أناقش هذه المسألة مباشرة مع آينشتاين ، ولكني ناقشتها عدة مرات مع أوبنهايمر ، وأعتقد أن إجابة أوبنهايمر تنطبق بنفس القدر مع آينشتاين . لقد اعتقد أوبنهايمر في السنوات الأخيرة من حياته أن المشكلة الوحيدة التي تستحق الاهتمام الجدي من الناحية الفيزيائية هي اكتشاف المعادلات الأساسية للفيزياء . ومن المؤكد أن آينشتاين كان يفكر بنفس الطريقة . لقد كان اكتشاف المعادلات الصحيحة هو كل شيء ، وعندما تكتشف تلك المعادلات الصحيحة ، فإن دراسة الحلول الفردية للمعادلات يُصبح عملًا روتينيًّا لشباب علماء الفيزياء ، ولطلاب الدراسات العليا .

من وجهة نظر أوبنهايمر ، فإن الانشغال بتفاصيل الحلول الفردية للمعادلات مضيعة لوقته الثمين ومجهوده ، وهذا يوضح أن فلسفة الاختزال philosophy of reductionism أوصلت أوبنهايمر وآينشتاين إلى الضلال والانحراف عن الطريق العلمي السليم ، حيث إن الغرض الوحيد لعلم الفيزياء هو اختزال عالم الظواهر الفيزيائية (الطبيعية) إلى مجموعة محددة من المعادلات الأساسية ، أما دراسة بعض الظواهر الطبيعية مثل الثقوب السوداء والبحث عن أسبابها ، فإنه أمر غير مرغوب فيه ، وهو تشتيت عن الهدف العام المنشود .

ومثل هيلبرت ، لم يعمل أوبنهايمر ولا آينشتاين على حل المشاكل الخاصة في نفس الوقت ، بل كانا يتناولانها بتخيل حل للمشاكل الأساسية كلها معًا ، ونتيجة لذلك ، فإنهما فشلا في السنوات الأخيرة من حياتيهما في حل أي مشكلة على الإطلاق .

عندما نستعرض تاريخ العلم ، فليس من المستبعد أن يؤدي نهج الاختزال reductionism approach إلى نجاح عظيم ، ففي كثير من الحالات يكون فهم النظام المعقد ككل مستحيلًا دون التوصل إلى فهم الأجزاء المكوِّنة له . وأحيانًا يتقدم المفهوم العام لمجال من العلم بصورة مفاجئة وذلك عن طريق اكتشاف إحدى المعادلات الرياضية الأساسية لهذا العلم . حدث هذا في معادلة إروين

شرودنجر Erwin Schrödinger equation عام 1926 ، ومعادلة باول ديراك Paul Dirac equation عام 1927 ، حيث حققتا معجزة في العمليات الغامضة السابقة في علم الفيزياء الذرية .

مثلت هاتان المعادلتان انتصارًا لفلسفة الاختزال ، حيث اختصرت التعقيدات التي كانت موجودة في معادلات علوم الكيمياء والفيزياء إلى خطين من الرموز الجبرية . وكانت هذه الانتصارات في ذهن أوبنهايمر عندما قلل من شأن اكتشافه للثقوب السوداء ، وبالمقارنة بروعة الملخص ، وبساطة معادلة ديراك ، بدا الثقب الأسود أمام أوبنهايمر قبيحًا ، ومعقدًا ، ويفتقد أهميته الأساسية .

ولكن يحدث في كثير من الأحيان - على الأقل بنفس القدر في تاريخ العلم - أن يكون فهم الأجزاء المكوِّنة لنظام مُركَّب مستحيلًا دون فهم تفصيلي لسلوك المنظومة ككل . وقد يستحيل أحيانًا فهم طبيعة رياضية لمعادلة دون فهم تفصيلي لحلولها . ويعتبر الثقب الأسود مثالًا يوضح ذلك .

ويمكن القول - دون مبالغة - إن معادلات آينشتاين للنسبية العامة أمكن فهمها فقط على مستوى سطحي للغاية قبل اكتشاف الثقب الأسود . وخلال الخمسين عامًا التالية على اكتشاف الثقب

الأسود ، ظهر ببطء فهم رياضي عميق للهيكل الهندسي للزمان والمكان space - time (*) ، مع حل موضوع الثقب الأسود ، الذي لعب دورًا أساسيًّا في هذا الهيكل . وقد تطلب تقدم العلم ونمو الفهم في كلا الاتجاهين ، هبوطًا من الكل إلى الأجزاء ، وصعودًا من الأجزاء إلى الكل .

أظهرت فلسفة الاختزال بصورة تعسفية أن تطور الفهم يجب أن يسير في اتجاه واحد ، وهذا ينفي المعنى العلمي . وفي الواقع فإن هذه المعتقدات الفلسفية المتعصبة من أي نوع لا مكان لها في العلم.

الممارسات اليومية للعلم أقرب بكثير إلى الفن منها إلى الفلسفة ، فعندما أنظر إلى برهان جودل Gödel's proof لإثبات نظرية غير مؤكدة ، فإنني لا أرى حجة فلسفية ، والبرهان قطعة غالية من الهندسة المعمارية ، فريدة من نوعها ، كأنما هي كاتدرائية شارتر Chartres Cathedral .

اتخذ جودل نموذج بديهيات هيلبرت Hilbert's formalized axioms للرياضيات كوحدات بنائية ، وبنى منها نظامًا شامخًا من الأفكار ، ساعده في النهاية على إدخال بياناته الحسابية غير المؤكدة، واعتبارها حجر الزاوية ، والدليل عمل فني كبير، هو البناء في حد ذاته ، وليس الاختزال .

(*) المتصل رباعي الأبعاد الناشئ عن اندماج الزمان بالأبعاد الثلاثة – «المترجم» .

وكان الدليل والبرهان هو الذي دمر حلم هيلـبرت في اختـزال جميع العلوم الرياضـية إلى عـدد قليـل مـن المعـادلات ، واسـتبدل هيلبرت حلمه بحلم آخر أكبر في مجـال الرياضـيات ، كعـالم متنـام لا نهاية له من الأفكار . ولقد أثبت جودل من الناحية الرياضية أنّ الكل أكبر عادة من مجمـوع الأجـزاء . وكـل صـياغة للرياضـيات يتكون عنها أسئلة تـصل إلى خـارج حـدود الـصياغة إلى مجـالات وآفاق غير متوقعة .

وكان حل موضوع الثقب الأسود في معادلات آينـشتاين أيـضًا عملًا فنيًّا ، ولم يكن الثقب الأسـود مهيبًـا كـما في برهـان جـودل ، ولكنه كان يحمـل الملامـح الأساسـية لعمـل فنـي ، مثـل التفـرد ، والجمال ، وعدم التوقع . ولقد بنى كل من أوبنهايمر وسـنيدر مـن منظومة معادلات آينشتاين ما لم يتـصوره آينـشتاين نفـسه . كانـت فكرة السقوط الحر للمادة ، مخبأة في هذه المعادلات ، إلا أن أحـدًا لم يرهـا حتـى تـم الكـشف عنهـا في حـل أوبنهـايمر – سـنيدر Oppenheimer-Snyder solution .

وعلى مستوى أكثر تواضعًا ، كانت أنـشطتي الذاتيـة كفيزيـائي نظري ، ذات نوعية مماثلة ، فعندما أعمل أشعر بأنني أمارس حرفة معينة أكثر من كوني أتبع طريقة أو أسلوبًا معينًا . وحين انتهيت من القيام بأهم أعمالي عندما كنت شابًّا ، جمعت معها أفكار سين أتـيرو تومونـاجـــا Sin-Itiro Tomonaga وجوليــــان شفنجر Julian

Schwinger وريتشارد فاينمان Richard Feynman للحصول على نسخة مبسطة من نظرية الديناميكية الكهربية للكوانتم quantum electrodynamics ، ولقد احتفظت بها في عقلي لاستعارتها في وصف ما قمت به . وكانت الاستعارة (المجاز) the metaphor هي عملية بناء الجسور .

بنى كل من توموناجا وشڤنجر بناءً على أسس متينة على إحدى ضفتي نهر الجهل ، بينما بنى فاينمان أساسًا متينًا على الضفة الأخرى، وكان عملي هو تصميم وبناء جسر فوق مياه هذا النهر ليصل بينهما فيلتقيا في منتصفه . وكان المجاز فكرة جيدة ، حيث كان الجسر الذي قمت ببنائه ما زال صالحًا وقادرًا على تحمل حركة المرور لمدة أربعين سنة أخرى .

ووصف المجاز بصورة جيدة ذلك العمل العظيم في التوحيد الذي حققه كلٌّ من ستيفين وينبرج Stephen Weinberg وعبد السلام عندما سدا الفجوة بين الديناميكية الكهربائية وضعف التفاعل فيما بينهما . وفي كل حالة ، بعد تمام عمل التوحيد ، كان الكل يقف أعلى من الأجزاء .

وفي السنوات الأخيرة ، وقع خلاف كبير بين مؤرخي العلم ، حيث اعتقد البعض أن القوى الاجتماعية تحرِّك العلم وتقوده ، بينما اعتقد آخرون أن العلم يتجاوز القوى الاجتماعية ، وهو يملك المنطق الخاص به ، والحقائق الموضوعية للطبيعة . ولقد كتب

مؤرخو المجموعة الأولى التاريخ الاجتماعي ، بينما كتب مؤرخو المجموعة الثانية التاريخ الفكري للعلم .

وأعتقد أن العلماء ينبغي أن يكونوا فنانين ومتمردين، يمتثلون لمواهبهم بدلًا من المطالب الاجتماعية أو المبادئ الفلسفية . ولا أتفق مع أي من النظريتين التاريخيتين، وبدلًا من ذلك ، ينبغي أن يولي العلماء اهتمامهم بالعلم بدلًا من المؤرخين، فهناك الكثير لنتعلمه ، لاسيما من المؤرخين الاجتماعيين.

وقبل عدة سنوات ، عندما كنت في زيورخ Zürich ، ذهبت لرؤية مسرحية بعنوان «علماء الطبيعة The Physicists » للكاتب المسرحي السويسري فريدرك دورينمات Friedrich Dürrenmatt ، وكانت الشخصيات في المسرحية ذات سمات كاريكاتيرية خيالية غريبة ، ترتدي أزياء مميزة ، وتستخدم أسماء لعلماء مثل نيوتن وآينشتاين وموبيس Möbius . وجرت أحداث المسرحية في مصحة للأمراض العقلية ، حيث كان علماء الطبيعة هم المرضى .

في الفصل الأول من المسرحية ، شُغل علماء الطبيعة المرضى أنفسهم ، بقتل ممرضاتهم في مستشفى الأمراض العقلية ، وفي الفصل الثاني ، كشفوا عن أنهم عملاء سريون في خدمة أجهزة الاستخبارات . وجدتُ المسرحية مسلية ، ولكنها في نفس الوقت مثيرة . فهذه المخلوقات السخيفة التي كانت على خشبة المسرح

ليس لها أدنى علاقة بأي فيزيائي حقيقي . ولقد شكوت من تلك الشخصيات الوهمية إلى صديقي ماركوس فيرز Markus Fiers ، عالم الفيزياء السويسري المعروف ، الذي صاحبني في مشاهدة تلك المسرحية ، إلا أن فيرز قال لي : «ولكن ألا ترى أن محور المسرحية هو : كيف ننظر إلى بقية الجنس البشري؟» .

لقد كان فيرز على حق ، فالصورة النبيلة الفاضلة ، والتفاني في معرفة الحقيقة ، والهيئة التي كان العلماء يقدمون بها عادة للجمهور ، لم تعد ذات مصداقية . فالجمهور بعد أن تبين له أن الصورة التقليدية للعالِم كراهب علماني كاذبة ، ذهب إلى عكس ذلك ، فتصورنا كشياطين تعبث بحياة البشر . لذا سلط دورينمات مرآة تُبين لنا صورتنا كما يرانا جمهور العامة . ومهمتنا الآن كعلماء أن نبدد هذه النظرة الخيالية بالحقائق ، ونوضح للجمهور أن العلماء ليسوا قديسين ولا شياطين ، ولكنهم بشر لهم نقاط ضعف كالآخرين .

إن المؤرخين الذين يؤمنون بتفوق العلم وسموه ، قد وصفوا العلماء بأنهم يعيشون في عالم متعالٍ من الفكر ، بعيدين بذلك عن واقع الحياة اليومية الفاسدة . وأي عالم يتبع هذه المثاليات العليا ، فإنه يتعرض للسخرية ويوصف بأنه مخادع . ونحن نعلم جميعًا أن العلماء، مثلهم مثل السياسيين والدعاة الذين يظهرون عادة على شاشات التلفزيون ، ليسوا بمنأى عن التأثيرات المفسدة كالسلطة أو المال . وهناك جزء كبير من تاريخ العلم - مثل تاريخ الدين -

هو في حقيقة الأمر تاريخ للنضال الذي يقوده المال والسلطة ، ومع ذلك، فإن هذه ليست القصة كلها .

أحيانًا يلعب القديسون الحقيقيون دورًا هامًّا سواء في مجال العلم والدين ، وكان آينشتاين نموذجًا مهمًّا في تاريخ العلوم ، ومن أشد المؤمنين بالتفوق ، وكان العلم بالنسبة له وسيلة للهروب من الواقع الدنيوي حقيقة وليس ادعاء ، وكثير من العلماء الذين كانوا أقل موهبة من آينشتاين ، لم يجدوا مكافأتهم كعلماء في السلطة أو المال ، ولكن في فرصة التقاط لمحة من جمال الطبيعة الغامض .

سواء في مجال العلم والتاريخ ، هناك مجال لمجموعة متنوعة من الأساليب والأهداف . وليس هناك ضرورة لتجاوز التناقض بين العلم وحقائق التاريخ الاجتماعي . وقد يعتقد البعض أنه في العلم سوف يكون للطبيعة كلمتها الشمولية الأخيرة ولا زالوا يلمحون دورًا هائلًا لتفاهة وفساد البشر عند ممارستهم للعلم ، قبل أن تقال الكلمة الأخيرة . وربما يظن آخر أن مهمة المؤرخ هي فضح خبايا تأثيرات السلطة والمال ، إلا أنه يجب أن نعترف بأن قوانين الطبيعة لا يمكن تجاوزها ، ولا يمكن إفسادها بواسطة السلطة أو المال . وفي رأيي فإن تاريخ العلم يكون أكثر استنارة عندما تتعرض نقاط الضعف عند الإنسان إلى تجاوز قوانين الطبيعة .

ويعتبر فرانسيس كريك Francis Crick واحدًا من أعظم علماء القرن العشرين ، نشرت مؤخرًا سيرته الذاتية ودوره في ثورة علم

الأحياء الدقيقة (الميكروبيولوجي)، حيث ساعد في تأليف كتاب استعار عنوانه من كيتس Keats، وهو «السعي وراء الجنون What Mad Pursuit»، وهو واحد من أكثر الطرق المضيئة التي تحسب له، بالمقارنة باكتشافين كان مشاركًا فيهما، الأول اكتشاف هيكل اللولب المزدوج للحمض النووي DNA، والآخر اكتشاف الهيكل ثلاثي اللولب لجزيء الكولاجين Collagen molecule. ولكل من الجزيئين السابقين أهمية كبيرة من الناحية الحيوية (البيولوجية)، حيث يعتبر الحمض النووي DNA حاملًا للمعلومات الوراثية، بينما يعتبر الكولاجين البروتين المكون لجسم الإنسان. ولقد استخدم في كل من الاكتشافين السابقين نفس التقنية العلمية، مما أثار روح التنافس بين العلماء، في سباق من يكون الأول في اكتشاف الهيكل.

يقول كريك إن الاكتشافين السابقين سببًا له نفس الإثارة والمتعة خلال عمله بهما. ومن وجهة نظر المؤرخين الذين يعتقدون أن العلم هو محض بناء اجتماعي، فإن كلا الاكتشافين كان ينبغي أن يكون على نفس القدر من الأهمية، ولكن من الناحية التاريخية حسب شهادة كريك، لم يكن اكتشاف هيكل اللولب المزدوج على قدم المساواة، حيث أصبح هذا الاكتشاف قوة دافعة للعلم الحديث، بينما اكتشاف الهيكل ثلاثي اللولب لا يهم سوى المتخصصين.

ويتساءل كريك قائلًا : «كيف يمكن تفسير النهايات المختلفة للهيكل مزدوج اللولب؟» ويجيب على السؤال بقوله إن التأثيرات البشرية والاجتماعية لا يمكن لها أن تفسر الاختلاف ، إلا أن الجمال الفائق للهيكل مزدوج اللولب ووظيفته الوراثية يمكنها أن تفسر هذا الاختلاف . والطبيعة نفسها - وليس العالم - هي التي تقرر ما هو المهم . وفي تاريخ الهيكل مزدوج اللولب كان التجاوز حقيقيًّا ، حيث أعطى كريك لنفسه الفضل في اختيار مشكلة هامة ليعمل على حلها ، ولكنه يقول إن الطبيعة وحدها يمكن أن تحدد الأهمية الواقعية لسير الأحداث .

إن رسالتي هي أن العلم نشاط بشري ، وأفضل وسيلة لفهمه هي فهم البشر الذين يمارسونه ، فالعلم شكل من أشكال الفن ، وليس وسيلة فلسفية ، والتطورات العظيمة في مجال العلم كانت عادة نتائج لاستخدام أدوات جديدة وليس اتباع مذاهب حديثة . وإذا حاولنا تلخيص العلم في وجهة نظر فلسفية بسيطة مثل الاختزال (التبسيط) ، فإننا سنكون مثل بروكرستيس Procrustes الذي قطع أقدام ضيوفه عندما كانت غير مناسبة لسريره ! فالعلم يزدهر أكثر عندما تستخدم كل الأدوات بصورة حرة ، وعندما لا تقيده الأفكار المسبقة التي تفترض سلفًا كيف ينبغي أن يكون العلم . وفي كل مرة عندما كنا نبدأ في استخدام وسيلة جديدة ،

كانت دائما تؤدي بنا إلى اكتشافات جديدة غير متوقعة ؛ ذلك لأن خيال الطبيعة أكثر ثراء من خيالنا .

تذييل ، 2006

هذه المقالة كانت مكتوبة في الأصل كمحاضرة موجهة إلى اجتماع عقد عام 1992 . كان من المفترض مناقشة موضوع «استمرار سيادة الاختزال (التبسيط) بوصفه مفتاحًا لفهم الطبيعة ونحن نقترب من القرن الحادي والعشرين» .

وهذا يفسر لماذا كرست الكثير من الوقت لمهاجمة الاختزال . وقد تبين أن كثيرًا من المشاركين في هذا الاجتماع شاركوني وجهة نظري .

بعد ظهور هذا المقال في مجلة The New York Review ، تلقيت العديد من الرسائل المشجعة كرد فعل للمقال ، بعضها وافق على رأيي ، والبعض الآخر خالفني الرأي . وكانت أفضل رسالة من ساندرز ماك لين Saunders Mac Lane وهو النموذج الأسطوري في عالم الرياضيات ، ونشرت رسالته وردي عليها في الخامس من أكتوبر عام 1995 ، في عدد من المجلة نفسها .

وفي خطابه الموجه إليّ ، اعترض لين بشدة على ما ذكرته من أن السنوات الأخيرة من حياة عالم الرياضيات العظيم هيلبرت كانت عقيمة . وقال لين في رسالته إنه كان يعرف هيلبرت بصورة

شخصية ومهنية ، ثم اختتم رسالته قـائلًا : «إن دايـسون Dyson لم يفهم الاختزال ، ولا النـواحي العميقـة التـي يمكـن أن يـستخدم فيها. ولم يكن هيلبرت عقيمًا » . وفي ردي عليه قلت : «إنـني أيـضًا منتبه وعلى علم عميق بـالمفهوم الريـاضي الـذي نـما في ثلاثينيـات القرن العـشرين مـن بقايـا برنـامج هيلـبرت للـصياغة Hilbert's program of formalization » . ولقد استخدم ماك لين عبارة «على أسس upon the foundations » في الوقت الذي قلـتُ فيـه : «مـن البقايا out of the ruins » .

وإنني أعتقد أنه لا يوجد تعارض بين العبـارتين «أسـس متينـة solid foundations » و«آمال محطمة ruined hopes » ، فكل مـنهما كـان جـزءًا أساسـيًّا مـن تـراث هيلـبرت الـذي تركـه لخلفائـه . ولا يمكننـي أن أنكـر قـوة وجمـال علـم الاختـزال (التبـسيط) science reductionism ، الذي يُبسِّط البديهيات ونظريـات الجـبر المجردة .. ولكنني أؤكد المساواة في السلطة ، وجمال العلـم البنـاء ، كما كان الحال في بناء جودل في مقترحه الممتاز . لقد كـان هيلـبرت في حد ذاته - بطبيعة الحال - أستاذًا في نوعي علم الرياضيات .

2

هل يمكن للعلم أن يكون أخلاقيًّا ؟

يعتبر تمثال صمويل جومبرس Samuel Gompers أحـد المعـالم المفضلة لي ، وهو لا يبعد كثيرًا عن منطقة ألامـو Alamo في مدينـة سان أنطونيو San Antonio بولاية تكساس Texas . أسفل التمثال شعر مقتبس من خطب جومبرس ، يقول فيه :

إلام يهدف نشاطنا البشري ؟

نحن نريد المزيد من أبنية المدارس ، والقليل من السجون

نريد كتبًا أكثر ، وبنادق أقل

نريد تعليمًا أفضل ، وعيوبًا أقل

نريد راحة أكثر ، وجشعًا أقل

نريد عدالة أكثر ، وانتقاما أقل

نريد المزيد من الفرص لزراعة الطبيعة بصورة أفضل .

كان صمويل جومبرس مؤسس الاتحاد الأمريكي الفيدرالي للعمال The American Federation of Labor وأول رئيس له. ولقد أنشأ في أمريكا أسلوب المساومة العملية التقليدية the tradition of practical bargaining بين العمال والإدارة ، والتي أدت إلى حقبة من النمو والازدهار لنقابات العمال . والآن ، وبعد سبعين عامًا من وفاة جومبرس ، تضاءلت هذه النقابات ، في حين كانت أحلامه : «كتبًا أكثر وبنادق أقل ، راحة أكثر وجشعًا أقل ، أبنية مدارس أكثر وسجونًا أقل» . هذه الأحلام تم التخلي عنها ضمنيًّا . وفي مجتمع بدون عدالة اجتماعية ، وفي ظل أيديولوجية السوق الحرة ، فإن المدافع ، والجشع ، والسجون لابد لها أن تفوز .

عندما كنت طالبًا أدرس علم الرياضيات في إنجلترا منذ خمسين عامًا ، كان أحد أساتذتي عالمًا كبيرًا للرياضيات هو ج.هـ.هاردي G.H.Hardy الذي كتب قليلًا من الكتب ، مثل «دفاع عالِم رياضيات A Mathematician's Apology » موضحًا فيه لعامة الناس ما يقوم به علماء الرياضيات . ويفتخر بأن حياته كانت مكرسة لأعمال عديمة الفائدة تمامًا ، دون أن يكون لها أي إمكانية للتطبيق العملي ، إلا أن هاردي كانت له وجهات نظر قوية حول التكنولوجيا ، أوجزها في بيانه : «إن العلم يمكن أن يكون مفيدًا

إذا كان تطوره يميل إلى تأكيد التنمية القائمة على التفاوت في توزيع الثروة ، أو بطريقة مباشرة إلى تشجيع تدمير الحياة البشرية» كتب هاردي هذه الكلمات والحرب مستعرة حوله .

ومع ذلك ، فإن رأي هاردي عن التكنولوجيا لازال له وجاهته حتى في أوقات السلم ، فالعديد من التقنيات التي تتسابق هذه الأيام وتزداد سرعتها ، حلت محل العمال من بني البشر في المصانع والمكاتب ، مما جعل أصحاب أسهم الشركات أكثر ثراءً ، والعمال أكثر فقرًا ، وهذا في الواقع يميل إلى التأكيد على عدم المساواة القائمة على توزيع الثروة .

بينما تستمر التكنولوجيات ذات القوة المهلكة ، في تربحها بنفس القدر الذي كانت عليه في زمن هاردي . فالسوق يحكم على التكنولوجيات بمقدار فاعلياتها العملية من حيث مقدرتها على النجاح أو الفشل في إنجاز ما قُدر لها القيام به .

ولكن ، وحتى في أكثر التقنيات نجاحًا وبراعة ، فإن المسألة الأخلاقية توجد دائمًا من خلفية الصورة . ويبقى السؤال هو : «هل العمل المقدر القيام به تكنولوجيًا ، يستحق القيام به أم لا ؟» التكنولوجيات التي تثير مشاكل أخلاقية أقل من تلك التي تعمل في نطاق إنساني ، وتضيء حياة البشر . فالأفراد المحظوظون في كل جيل يجدون التكنولوجيا المناسبة لحياتهم ، فبالنسبة لوالدي منذ

تسعين سنة مضت ، كانت التكنولوجيا هي الدراجة النارية . كـان والدي موسيقيًّا شابًّا فقـيرًا ، نـشأ في إنجلـترا في سـنوات مـا قبـل الحرب العالمية الأولى ، وحصل على الدراجة النارية كعامل تحرير . كان والدي من الطبقة العاملة في بلد تهيمن عليه فئة من المتكـبرين في الطبقة الاجتماعية واللغة ، وتعلم التحدث كرجل نبيل المحتـد ، ولكنه لم يكن ينتمي إلى عالَم هؤلاء الرجال النبلاء من علية القوم .

كانت الدراجة البخارية عـاملًا هامًّـا لتحقيـق المـساواة ، فعـلى دراجته البخارية أصبح على قدم المساواة مع النبلاء ، وكان يمكنـه القيام بجولة كبيرة في أوروبا دون أن يرث ثروة من الطبقة العليـا ، واستطاع هو وثلاثة من أصدقائه شراء دراجات بخاريـة وتجولـوا بها في جميع أنحاء أوربا .

وهكذا وقع والدي في غرام دراجته البخارية ، وفي المهارات التقنية التي كانت مطلوبة . لقد أدرك قبـل سـتين عامًـا مـن صـدور كتـاب روبرت برسنج Robert Pirsing : «حقيقـة وفـن صـيانة الـدراجات الناريـة Zen and Art of Motorcycle Maintenance » ، النوعيـة الروحية للدراجات النارية . وفي تلك الأيـام التـي عاشـها والـدي ، كانت الطرق غير ممهدة ، ومحلات إصلاح الـدراجات الناريـة قليلـة ومتباعدة ، فإذا كنت تنوي السفر مسافة طويلة، فإنك تحتاج إلى حمـل أدواتك الخاصـة بـك ، وقطـع الغيـار ، بالإضـافة إلى قـدرتك عـلى اصطحاب آلتك والعودة بها مـرة أخـرى . ويحتـاج تعطـل الدراجـة

النارية في مكان بعيد غالبًا إلى إصلاح كبير ، لذا كان لابد لأي سائق دراجة نارية أن يفهم تركيب وطريقة عمل الدراجة ، تمامًا كما يحتاج الجراح لفهم تشريح وفسيولوجيا المريض.

وكان يحدث في بعض الأحيان أن يصل والدي وأصدقاؤه إلى قرية لم تظهر بها دراجة نارية من قبل ، ويسمحون لأطفال القرية بالقيام بجولات قصيرة على دراجاتهم البخارية ، آملين أن تتم مكافآتهم على ذلك بدعوتهم على العشاء في إحدى نزل القرية . وهكذا كانت التكنولوجيا في صورة دراجة نارية – في ذلك الوقت– تعني الرفقة والحرية .

وبعد مرور خمسين عامًا على والدي ، اكتُشفت بهجة التكنولوجيا في صورة المفاعل النووي الانشطاري nuclear fission reactor ، وكان ذلك عام 1956 في أيام النشوة الأولى من استخدام الطاقة النووية في الأغراض السلمية ، عندما ظهرت تكنولوجيا المفاعلات فجأة في سرية وقت الحرب ، وتم دعوة الجمهور للمشاهدة . كانت هذه دعوة لا يمكن لي رفضها ، وكان يبدو ، في ذلك الوقت ، كما لو أن الطاقة النووية ستكون عاملًا عظيمًا للمساواة ، يوفر طاقة رخيصة للدول الغنية والفقيرة على حد سواء ، تمامًا كما حدث منذ خمسين عامًا عندما وفرت الدراجة النارية وسيلة للحركة والتنقل للغني والفقير على حد سواء ، في إنجلترا متحررة الطبقات .

ولقد عملت في الشركة العامة للطاقة الذرية The General Atomic Company في سان ديجو San Diego ، حيث كان أصدقائي يعملون في هذه التكنولوجيا الجديدة . وهناك بنينا مفاعلًا صغيرًا أطلقنا عليه اسم تريجا TRIGA ، وكان مصممًا بحيث يكون آمنا . ويقصد «بالسلامة الكامنة inherent safety » أنه لن يساء التصرف به ، حتى لو لم يكن العاملون فيه مؤهلين تمامًا للعمل . وسبق للشركة أن قامت بتصنيع وبيع مفاعلات ذرية من هذا الطراز «تريجا» لأربعين سنة، وما زالت تقوم ببيعه حتى اليوم . ومعظم مبيعاتها تتم للمستشفيات والمراكز الطبية ، حيث يقوم هؤلاء بإنتاج نظائر مشعة قصيرة الأجل لأغراض التشخيص .

ولم يسبق لتلك المستشفيات والمراكز الطبية إساءة التصرف في هذه المفاعلات الذرية ، ولم تُسبب أي خطر لهؤلاء الذين يستخدمونها ، إلا أن هذه المفاعلات قد تتعرض لمشاكل في بعض الأماكن ، عندما يعترض الجيران على وجودها لأسباب أيديولوجية ، مهما قيل عن كونها آمنة .

لقد نجحنا مع المفاعل الذري «تريجا» لأنه صُمم ليقوم بعمل مفيد وبسعر يمكن أن يتحمله أي مستشفى كبير ، حيث كان سعر المفاعل عام 1956 هو ربع مليون دولار . وكان عملنا مع ذلك

المفاعل ممتعًا لأننا انتهينا منه بسرعة ، قبل أن تتورط التكنولوجيا وتقع في شراك السياسة والبيروقراطية ، وقبل أن يتضح أن الطاقة النووية لم تكن ولن تكون عاملًا لتحقيق المساواة .

وبعد أربعين عامًا من تصميم المفاعل الذري «تريجا» ، وجد ابني جورج تقنية أخرى مفيدة وممتعة ، وهي تكنولوجيا CAD - CAM ، وهي اختصار لتكنولوجيا التصميم بمساعدة الحاسب الآلي (الكمبيوتر) computer-aided design وتكنولوجيا التصنيع بمساعدة الحاسب الآلي computer - aided manufacturing . وتعتبر تلك التقنيتان من الجيل التالي للتكنولوجيا النووية ، وهي التكنولوجيا التي حققت نجاحًا بعدما فشلت تكنولوجيا الطاقة النووية .

كان ابني جورج مولعًا ببناء القوارب ، فصمم قوارب الكياك Kayak[1] ، واستخدم مواد حديثة لإعادة بناء القوارب القديمة لشعب الأليوت Aleuts ، الذين طوروا قواربهم عن طريق التجربة والخطأ على مدى آلاف السنين ، واستخدموا هذه القوارب في السفر لمسافات هائلة عبر شمال المحيط الهادي .

كانت القوارب التي صممها جورج سريعة وقوية البنية ، ويمكن الاعتماد عليها في الإبحار . وعندما بدأ في بناء القوارب

(*) زورق قابل للنقل مكسو بالخيش يكثر استعماله في الولايات المتحدة – «المترجم» .

منذ خمس وعشرين سنة ، كان دائم السفر ، في ذهاب وإياب عـلى طول ساحل المحيط الهادي ، يحـاول أن يعـيش كـما عـاش شـعب الأليوت ، ويبني قواربه كما بناها هذا الشعب ، مـشكلًا كـل جـزء من كل زورق ويخيطها معًا بيديـه . وكـان جـورج في تلـك الأيـام طفلًا على سجيته ، وقع في حب الحياة البرية ، ورفض مجتمع الحياة المدنيـة التـي نـشأ وتربـى فيهـا . وبنـى جـورج تلـك القـوارب لاستخدامه الخاص ولأصدقائه ، وليس بغـرض التجـارة وتحقيـق الأرباح .

وكما مضت السنوات بجورج ، فإنهـا حولتـه مـن دور المراهـق المتمرد إلى دور المواطن الذي يمكن الاعتماد عليه . وتـزوج ورزق بابنة ، واشترى منـزلًا في مدينـة بيلينجهـام Bellingham ، وحـوّل فندقًا مهجورًا تطل واجهته على الساحل إلى ورشة لصناعة قواربه. وأصبحت صناعة هـذه القـوارب الآن عمـلًا تجاريًّـا ، واكتـشف جورج السعادة والمتعة في تكنولوجيا التصميم والتصنيع بمساعدة الحاسب التي تعرف باسم CAD - CAM .

تحتوي ورشة جورج الآن على أجهزة حاسب آلي أكثر ، وبرامج حاسوبية أكثر من عدد إبر الحياكـة ، وأدوات يدويـة . وقـد مـضى وقت طويل منذ ذلك الحين الذي صنع فيه جورج أجـزاء القـارب بيديه ، وهو الآن يترجم تـصميماته مبـاشرة إلى بـرامج تكنولوجيـا

CAD - CAM ، ويحولها إلكترونيًّا إلى المصانع التي تنتج الأجـزاء اللازمة لبناء القوارب . ويقوم جورج بجمع هذه الأجـزاء وبيعهـا عن طريق البريد إلى زبائنه الـدائمين متـضمنة التعليـمات اللازمـة لتجميـع هـذه الأجـزاء معًـا وتـصنيع زورق كامـل . إلا أنـه – في حالات نادرة – عندما يدفع زبائنـه الأثريـاء مبلغًـا مقابـل تجميـع الزورق ، يقوم جورج بتوريد زورق تم تجميعه في ورشته .

ولا تشغل صناعة القوارب إلا جزءًا قليلًا من وقـت جـورج ، حيث إنه يدير جمعية تاريخية تهتم بالتـاريخ وعلـم نـشوء الأعـراق البشرية الوصفية ethnography لمنطقة شمال المحيط الهـادي . لقـد وهبته تكنولوجيا التصميم والتصنيع بمـساعدة الحاسـب CAD - CAM ، موارد وأوقات فراغ ، مكنته من زيارة شعب الأليـوت في جزرهم الوطنية ، وإعادة تعريف شـباب هـذا الـشعب بالمهـارات القديمة المنسية التي تميز بها أجدادهـم .

وبعد أربعين عامًا قادمة ، ما هي التكنولوجيا الجديـدة المبهجـة التي سوف تثري حياة أحفادنا؟ ربما يـصممون كلابهـم وقططهـم الأليفة كما يرغبون . واعتمادًا على تكنولوجيـا التـصميم والتـصنيع بمساعدة الحاسب CAD - CAM ، فسوف تبدأ خطـوط إنتـاج في الشركات الصناعية الكبيرة ؛ وبعد ذلك ستصبح هذه التكنولوجيا المتقدمة في متناول المواطنين أمثال جورج . وقد تنتـشر تكنولوجيـا

الهندسة الوراثية genetic engineering في فترة زمنية وجيزة ، بين شركات التكنولوجيا الحيوية والصناعات الزراعية ، وتصبح في متناول أحفادنا ، وقد يصبح تصميم كلاب أو قطط كحيوانات أليفة بصورة سرية في المنزل أسهل من تصميم القوارب في ورشة تطل على الساحل!

وبدلًا من تكنولوجيا التصميم والتصنيع بمساعدة الحاسب CAD-CAM ، قد يصبح لدينا تكنولوجيا الانتقاء بمساعدة الحاسب computer - aided selection (CAD) وتكنولوجيا التكاثر بمساعدة الحاسب computer-aided reproduction (CAR) وبواسطة برامج تكنولوجيا CAD - CAR ، سيصبح برنامجك الأول هو مشروع اختيار لون وسلوك حيوانك المنزلي الأليف ، ثم ينقل هذا البرنامج إلكترونيًا إلى معمل الإخصاب الصناعي للتنفيذ . وبعد ذلك بنحو اثني عشر أسبوعًا ، يولد حيوانك الأليف المرغوب ، وتضمن شركة البرمجيات رضاك عن المنتج.

عندما قمت في الآونة الأخيرة بشرح هذه الإمكانيات في محاضرة عامة في متحف الأطفال في مدينة ڤيرمونت Vermont ، تعرضت لنقد حاد من قبل امرأة شابة من الجمهور ، واتهمتني بانتهاك حقوق الحيوانات ، وقالت : إنني كنت عالمًا نموذجيًا وأحد قساة القلب الذين يقضون حياتهم في تعذيب الحيوانات بغرض المتعة . حاولت عبثًا استرضاءها بالقول إنني أتحدث عن

احتمالات ، وإنني في الواقع لم أشارك بنفسي في تصميم برامج لتغيير شكل وسلوك قطط أو كلاب ، وإن هذا العمل في حد ذاته مشكوك فيه من الناحية الأخلاقية ، وهو ليس عملًا بريئًا مثل تصميم القوارب .

وعندما يحين الوقت ، وعندما تكون برمجة تكنولوجيا الانتقاء والتكاثر متاحة بمساعدة الحاسب CAS - CAR software ، وعندما يستطيع أي شخص الوصول إلى تلك البرمجيات ، فإنه يستطيع طلب كلب ببقع وردية - أرجوانية ، يمكنه الصياح مثل الديك ، بالإضافة إلى طلبات أخرى مرغوبة . ويجب أن يكون لنا الحق في تهيئة المواطنين العاديين لمثل هذه البرامج التي سوف تقابل بالاعتراض والسخرية والاحتقار ، حيث لن تستطيع هذه الكلاب المعدلة أن تعيش حياتها الطبيعية في مجتمع الكلاب . فإن لم نستطع فعل ذلك ، فإننا يجب أن نضع خطًّا فاصلًا بين تربية الحيوانات المشروعة وغير المشروعة التي ينتج عنها وحوش مخيفة . هذه هي الأسئلة الصعبة التي يجب أن يجيب عليها أطفالنا وأحفادنا .

ربما كان ينبغي عليّ عندما تحدثت إلى الجمهور في ڤيرمونت أن أتحدث عن تصميم أزهار وأوركيدات بدلًا من الكلاب والقطط ، حيث يبدو أنه لا أحد يهتم برعاية الورود والأوركيدات . ويبدو أن الخضراوات ليس لها حقوق ، بينما الكلاب والقطط قريبة جدًّا لبني البشر ، فهي لديها مشاعر مثلنا . وإذا سُمح لأحفادنا بتصميم

كلابهم وقططهم، فسوف تكون الخطوة التالية هي استعمال تكنولوجيا الانتقاء والتكاثر بمساعدة الحاسب CAS-CAR software في تصميم البرمجيات الخاصة بأطفالهم، وقبل أن نصل إلى الخطوة التالية، ينبغي علينا التفكير مليًّا في العواقب.

والآن، ماذا يمكننا أن نفعل اليوم، في نهاية القرن العشرين، لتحويل النتائج السيئة للتكنولوجيا إلى نتائج جيدة؟ إن الوسائل التي يمكن للعلم أن يعمل فيها من أجل الخير أو الشر في المجتمع الإنساني، كثيرة ومتنوعة. وكقاعدة عامة، هناك الكثير من الاستثناءات، فالعلم يعمل من أجل الشر عندما يسعى إلى توفير اللهو والعبث للأغنياء، ويصبح العلم جيدًا عندما يوفر الاحتياجات الضرورية للفقراء. ويعتبر خفض الأسعار عنصرًا أساسيًّا كفضيلة للعلم، فالدراجة البخارية كانت عملًا جيدًا لأنها رخيصة بما يكفي بالنسبة إلى مدرس فقير ليقتنيها، أما الطاقة النووية فهي عادة ما تكون عملًا شريرًا لأنها مازالت لعبة الأغنياء والحكومات والشركات الغنية. ولا تعني كلمة «لعبة» معناها الحرفي فقط، ولكنها تعني الراحة التكنولوجية التي تتاح لعدد محدود من الناس، وتجعل الحياة أكثر صعوبة على أولئك الـمُستبعدين من المشاركة في الحياة الاقتصادية والثقافية للمجتمع. ولا يُقصد بتوفير الضروريات للفقراء مجرد توفير الغذاء والمأوى،

ولكن يجب توفير ما يكفي من خدمات الصحة العامة ، والنقل العام ، والحصول على التعليم ، وفرص العمل اللائق .

لقد عاد التقدم العلمي خلال القرن التاسع عشر والنصف الأول من القرن العشرين بصفة عامة بالنفع على المجتمع ككل ، حيث وزعت الثروة على كل من الغني والفقير على حد سواء ، ومع قدر معقول من الإنصاف . وإذا نظرنا إلى ما حققه التقدم العلمي مثل الضوء الكهربائي ، والهاتف ، والثلاجات ، والإذاعة، والتلفزيون ، والألياف الصناعية ، والمضادات الحيوية ، والفيتامينات ، واللقاحات ، فكلها كانت متاحة لجميع فئات الشعب ، كما جعلت الحياة أكثر سهولة ، وأكثر راحة لكل فرد تقريبًا، مما عمل على تضييق الفجوة بين الأغنياء والفقراء بدلًا من زيادتها وتوسيعها .

أما في النصف الثاني من القرن العشرين ، فقد اختل هذا التوازن ، وخلال الأربعين سنة الماضية ، تركزت المجهودات في العلوم البحتة في مجالات مقصورة على فئات محدودة ، وبعيدة عن مشاكل الحياة اليومية للعامة . ومن أمثلة هذه العلوم البحتة فيزياء الجسيمات ، وفيزياء درجات الحرارة المنخفضة ، وعلم الفلك خارج المجرة ، وغيرها من علوم أخرى بعدت كثيرًا عن أصول العلم البحت . ولم يقدم البحث المكثف لمثل هذه العلوم نفعًا ولا ضررًا سواء للأغنياء أم الفقراء ، وربما لم تزد الفائدة الاجتماعية

الرئيسية التي حققها العلم البحت في مجالات محدودة عن كونها بمثابة برنامج رعاية العلماء والمهندسين .

في نفس الوقت ، بُذلت جهود أقوى في العلوم التطبيقية ، ركزت على المنتجات التي قد تكون مربحة تجاريًّا ، ولأن المتوقع هو أن يدفع الأغنياء أموالًا أكثر من الفقراء لشراء المنتجات الجديدة ، فإن حركة تسويق نواتج العلوم التطبيقية سوف تتجه إلى إنتاج كماليات للأغنياء ، مثل أجهزة الحاسب المحمول ، والتليفون المحمول . والآن يتم الإعلان عن جزء كبير من الوظائف ذات الأجور المرتفعة على شبكة المعلومات الدولية (الإنترنت) ، وهكذا فإن الناس المستبعدين عن شبكة المعلومات الدولية مستبعدين بالتالي من الحصول على فرصة عمل .

ويعود فشل العلم في توفير فوائد ومنافع للفقراء في العقود الأخيرة إلى عاملين اثنين يعملان معًا ، الأول أن العلماء العاملين في مجال العلوم البحتة قد أصبحوا أكثر بعدًا عن الاحتياجات الإنسانية ، والثاني أن العلماء العاملين في مجال العلوم التطبيقية أصبحوا أكثر ارتباطًا بالعائد التجاري والأرباح المباشرة .

وعلى الرغم مما قد يبدو للبعض من أن العلوم البحتة والعلوم التطبيقية يسيران في اتجاهين متعاكسين ، إلا أن هناك سببًا واحدًا

كامنًا قد يؤثر على كل منهما . هذا السبب هو قوة لجان إدارة وتمويل العلم . ففي حالة العلوم البحتة ، تتكون لجان من الخبراء العلميين تحدد قواعد المرجعية النموذجية ، فإذا اختارت لجنة الخبراء العلمية مشروعات بحثية بأغلبية الأصوات ، فسوف يتم دعم المشروعات المقترحة في المجالات التي تخدم طبقات المجتمع العليا ، أما تلك التي لا تخدم هذه الطبقات العليا فلن يتم دعمها .

في العقود الأخيرة ، تحركت المجالات التي تخدم طبقات المجتمع العليا أكثر وأكثر إلى مجالات بعيدة عن الاتصال بالأشياء التي يمكننا أن نراها ونحس بها . أما في حالة العلوم التطبيقية ، فإن اللجان تتألف من رجال الأعمال والمديرين . ومثل هؤلاء الناس يقدمون الدعم عادة للمنتجات التي تُرضي زبائنهم ويمكنهم شراؤها .

فعلى سبيل المثال ، استطاع رجل مشاكس مثل هنري فورد Henry Ford ، بسلطته الديكتاتورية بالإضافة إلى عمله التجاري ، أن يعمل على إنشاء طلب جماعي لسياراته التي كان يقوم بتصنيعها وذلك بخفض أسعارها إلى درجة تسمح ببيعها للجمهور ، ورفع أجور عماله لحثهم على شراء منتجاته . وفي كل من العلوم البحتة والعلوم التطبيقية ، فالقواعد التي تضعها اللجنة قد تعوق مشروعات جريئة وغير تقليدية . ولإحداث تحول حقيقي للأولويات ، فإنه يجب على العلماء وأصحاب المشروعات أن

يتمتعوا بحرية تشجيع ودعم التقنيات الجديدة ، التـي تكـون أكثـر فائدة للفقراء وللدول الفقيرة عـن التقنيـات القديمـة . ويجـب أن تتغير المعـايير الأخلاقيـة للعلـماء ، مـع تغـير النظـرة إلى النـواحي الإيجابية والسلبية للعلم . وعلى المدى البعيـد ، وكـما قـال هالـدان Haldane وآينشتاين Einstein فإن التقـدم الأخلاقـي هـو الـسبيل الوحيد لحمايتنا من الأضرار التي يسببها التقدم العلمي .

لقـد انتهـى عـصر سـباق التـسلح النـووي ، إلا أن المـشاكل الأخلاقية التي ظهرت مع التكنولوجيا غير الحربية ما زالت باقية . فالمشاكل الأخلاقية الناجمة عن ثلاثة «عصور جديـدة» تطفـو عـلى سطح المجتمع البشري مثل أمواج تسونامي . وأول هذه العـصور الجديدة هو عصر المعلومات ، الذي وصل فعلًا ، ووُجـد ليبقـى ، والذي يتحكم فيه أجهـزة الحاسـب والـذاكرة الرقميـة ، والعـصر الثاني هو عصر التكنولوجيا الحيوية ، الذي يُتوقع بلوغه أوج قوتـه في أوائـل القـرن الحـادي والعـشرين ، مـدفوعًا بمعرفـة تسلـسل الحمض النووي DNA والهندسة الوراثية . أما العصر الثالـث فهـو عصر التقنية العصبية Neurotechnology ، الذي مـن المحتمـل أن يحـل في وقـت لاحـق مـن القـرن الحـادي والعـشرين ، مـدفوعًا بالمجسات العصبية ومفسرًا وموضـحًا العوامـل الداخليـة المـؤثرة على انفعالات الإنسان وشخصيته ، تمهيدًا لتعديلها والتحكم فيها.

هذه التقنيات الثلاثة الجديدة ذات تأثيرات عميقة ، فهي توفر التحرر من الأعمال الشاقة في المصنع والحقل والمكتب ، وتحقق الشفاء من الأمراض القديمة التي عانى منها جسم الإنسان وعقله. وهي توفر الثروة والسلطة لمن لديهم المهارات لفهمهم والسيطرة عليهم . وتعمل هذه التقنيات الجديدة على تقويض الصناعات القائمة على تقنيات قديمة ، تجعل أصحاب المهارات القديمة عديمي الفائدة . ومن المرجح أن تنصرف هذه التقنيات عن الفقراء ، وأن تكافئ الأغنياء ، وكما قال هاردي - منذ ثمانين عامًا - سوف تميل إلى إبراز حالات عدم المساواة في توزيع الثروة ، حتى لو لم تفعل ذلك - مثلما حدث في التقنية النووية - فإنها ستؤدي بطريقة مباشرة إلى تدمير الحياة البشرية .

ويحتاج النصف الفقير من البشرية إلى إسكان رخيص ، ورعاية صحية رخيصة ، وتعليم رخيص يكون في متناول الجميع ، مع جودة عالية ، ومعايير جمالية عالية . إن المشكلة الأساسية للمجتمع البشري في القرن الحادي والعشرين هي عدم التكافؤ بين الثلاث موجات الجديدة من التكنولوجيا ، والثلاثة احتياجات الأساسية للفقراء . وهناك فجوة واسعة بين الاحتياجات والتكنولوجيا ، وسوف تزداد هذه الفجوة مع الوقت ، فإذا استمرت التكنولوجيا في سيرها على نفس مسارها الحالي ، متجاهلة احتياجات الفقراء ، ومحققة الفوائد للأغنياء ، فإن الفقراء - إن آجلًا أو عاجلًا -

سوف يتمردون على طغيان التكنولوجيا ، وينتقلون إلى مرحلة من العنف واللاعقلانية . وفي المستقبل ، كما كان الحال في الماضي ، فإن ثورة الفقراء سوف تؤدي إلى فقر الأغنياء والفقراء معًا .

ولا يمكن ملء الفجوة بين الاحتياجات البشرية والتكنولوجيا إلا بالأخلاق ، ولقد رأينا في السنوات الثلاثين الماضية العديد من الأمثلة على قوة الأخلاق ، فحركة حماية البيئة في جميع أنحاء العالم استندت في قوتها على الإقناع الأخلاقي ، وسجلت العديد من الانتصارات أكثر مما حققته الثروة الصناعية وغطرسة التكنولوجيا. وكان أبرز انتصار لدعاة حماية البيئة هو سقوط الصناعة النووية في الولايات المتحدة وبلدان أخرى كثيرة ، أولًا في مجال الطاقة النووية ، وحديثًا في مجال الأسلحة . وكانت حركة حماية البيئة هي السبب في إغلاق مصانع الأسلحة النووية في الولايات المتحدة ، من إنتاج البلوتونيوم (Hanford) إلى إنتاج الرءوس الحربية (Rocky flats) ، وهكذا يمكن للأخلاق أن تكون أقوى من السياسة والاقتصاد .

وللأسف ، فإن حركة حماية البيئة ركزت اهتماماتها حتى الآن على النواحي السلبية التي سببتها التكنولوجيا بدلًا من النواحي الإيجابية التي فشلت التكنولوجيا في تحقيقها . وإنني أتمنى أن يتحول اهتمام هؤلاء الخضر the Greens في القرن الحادي والعشرين من السلبية إلى الإيجابية ، فالانتصارات الأخلاقية التي

حققها حماة البيئة والتي وضعت حدًّا لحماقات التكنولوجيا ليست كافية ، فنحن بحاجة إلى انتصارات أخلاقية من نوع مختلف ، ونحتاج إلى مشاركة قوة التكنولوجيا بشكل إيجابي في السعي إلى تحقيق العدالة الاجتماعية .

وإذا اتفقنا مع توماس جيفرسون Thomas Jefferson على أن هذه الحقائق بديهية ، وأن جميع البشر خلقوا متساوين ، وأنهم وهبوا حقوقًا لا يمكن سلبها ، ومن هذه الحقوق الحياة والحرية والسعي لتحقيق السعادة ، فمن البديهي أن استسلام ملايين البشر في المجتمعات الحديثة إلى البطالة والعوز ، هو أكثر سوءًا من التلوث بمخلفات محطات الطاقة النووية . وإذا كانت القوة الأخلاقية لحركة حماية البيئة يمكنها هزيمة مُصَنِّعي محطات الطاقة النووية ، فإن هذه القوة نفسها ينبغي أن تكون قادرة أيضًا على تعزيز نمو التكنولوجيا اللازمة لتوفير احتياجات المعوزين من البشر بسعر يمكنهم تحمله . وهذه هي المهمة الكبرى للتكنولوجيا في القرن الحادي والعشرين .

ولن تستطيع السوق الحرة في حد ذاتها إنتاج تكنولوجيا صديقة للفقراء ، ولكن التكنولوجيا التي تسترشد بصورة إيجابية بالأخلاق يمكنها أن تنتج ذلك ؛ لذا يجب أن يكون لقوة الأخلاق من جانب حركة حماية البيئة ، ومن جانب العلماء المعنيين ، والمعلمين ، وأصحاب المشروعات ؛ القدرة على الضغط من خلال العمل

المشترك . وإذا كنا نتحلى بالحكمة ، فإننا سوف نعمل على نصرة القضية المشتركة للعدالة الاجتماعية للسلطة المستمدة من الدين .

لقد أسهم الدين في الماضي بقوة في العديد من النواحي الإيجابية، من بناء الكاتدرائيات وتعليم الأطفال ، إلى إلغاء الرق والعبودية . وسوف يبقى الدين في المستقبل كقوة تسير على قدم المساواة مع قوة العلم ، وعلى نفس القدر من الالتزام بتحسين حال الإنسان على المدى الطويل .

وفي عالم الدين ، وعلى مر القرون ، كان هناك أنبياء ورسل ، بعضهم كان منذرًا ، والبعض الآخر مبشرًا ، وكان التبشير في النهاية هو الغالب . وكذلك العلم ، فهو يعطي تحذيرات من العذاب ، ويبشر بالأمل ، إلا أن الإنذار والتبشير في العلم لا يمكن فصل أحدهما عن الآخر . وبصراحة ، فإن الرسول العلمي يجب عليه خلط الأنباء الطيبة مع الأخرى السيئة . وكان هالدان رسولًا صادقًا، بيّن لنا النواحي السيئة التي سببها العلم ، ليس كمصير وقدر لا مفر منه ، ولكن كنوع من التحدي يجب التغلب عليه .

كتب هالدان في كتابه «ديدالوس Daedalus» عام 1923 : «إننا ونحن في الوقت الحاضر نكاد نجهل تمامًا علم الأحياء ، وهذه حقيقة كثيرًا ما تغيب عن علماء الأحياء ، ويصورونها أيضًا كاحتمالات في تقديراتهم عن الوضع الراهن للعلم ، وهذه

الافتراضات تبدو متواضعة للغاية لمستقبل هذا العلم» . لقد تقدم علم الأحياء بصورة مذهلة منذ عام 1923 ، إلا أن ما قاله هالدان في كتابه ما زال صحيحًا .

وما زلنا نجهل تسلسل العمليات الحيوية التي تؤثر على حياة البشر بصورة جوهرية مثل تنمية القدرة على التحدث ، والمهارات الاجتماعية لدى الأطفال قبل سن البلوغ ، والتفاعل بين الحالة المزاجية والعواطف والتعلم والفهم عند الأطفال والبالغين ، وبداية الشيخوخة وتدهور الحالة العقلية في نهاية عمر الإنسان . إن أيًا من هذه العمليات الحيوية سوف يكون مفهومًا في العقد القادم، ولكن جميع هذه العمليات الحيوية سوف تكون واضحة خلال القرن الحادي والعشرين .

وسيؤدي فهمنا لتلك العمليات الحيوية إلى تكنولوجيات جديدة ، تضيء الأمل في تخفيف آلام البشرية ، وتحسين حالة الإنسان . ويعتقد قليل من الناس في أحلامهم الرومانسية أن البشر كائن كامل ، إلا أن معظمنا ما زال يؤمن بأن الإنسان ليس كائنًا كاملًا، ولكنه قادر على أن يحسن حاله .

في المناقشات العامة التي تتناول التقنية الحيوية حاليًا ، أدينت على نطاق واسع فكرة تحسين الجنس البشري بواسطة وسائل

صناعية . وترجع كراهة هذه الفكرة ورفضها إلى أنها كانت تُمارس من قبل الأطباء في ألمانيا النازية الذين قاموا بتعقيم (إزالة خصوبة) اليهود ، وقتل الأطفال ذوي العيوب الخلقية . وهناك العديد من الأسباب الوجيهة لإدانة التعقيم القسري والقتل الرحيم ، ولكن تحسين البشر بصورة صناعية آتٍ بصورة أو بأخرى ، سواء رغبنا في ذلك أم لم نرغب ، وذلك في أقرب وقت عندما يسمح التقدم في فهم الأحياء بجعل ذلك ممكنًا .

وعندما يتوفر لدى الناس الوسائل التقنية لتحسين ذواتها وأطفالها ، فإنها لن تلقي بالًا إلى المقصود بكلمة تحسين ، وسوف يقبل العرض . وقد يعني التحسين صحة أفضل وحياة أطول ، ومزاجًا أكثر مرحًا ، وقلبًا أقوى ، ومخًّا أذكى ، وقدرة أكبر على كسب المزيد من المال ، سواء كنت نجمًا لموسيقى الروك ، أم لاعب كرة بيسبول ، أم موظفًا إداريًّا كبيرًا تدير عملًا تجاريًّا مربحًا.

قد تتعرض تكنولوجيا التحسين هذه إلى ظروف تعيقها أو تؤخر حدوثها وذلك عن طريق القانون ، إلا أنه لا يمكن منعها بصورة دائمة . وبعض نواحي تحسين الحياة الإنسانية ، مثل الإجهاض ، لن يكون ممنوعًا من الناحية القانونية كما هو الحال اليوم ، ولن يتم منعه أو حظره وسوف يُمارس على نطاق واسع . وسوف يتضح لملايين الناس مزايا تكنولوجيا التحسين التي سوف

تحررهم من قيود الماضي ومن الظلم ، ولن يمكن بعد ذلك نكران حريتهم في اختيار حياتهم .

منذ مائتي سنة ، طبع ويليام بليك William Blake كتابًا صغيرًا بعنوان «أبواب الجنة The Gates of Paradise» ، يحتوي على رسومات وأبيات من الشعر ، أحد هذه الرسومات كان بعنوان «جهل هَرِم Aged Ignorance» يظهر فيه رجل عجوز يرتدي نظارة أستاذ ، ويحمل مقصًا كبيرًا ، وفي مواجهته طفل صغير عارٍ ذو أجنحة ، يركض في ضوء الشمس وقت الشروق . ويجلس الرجل العجوز وظهره للشمس ، ومع ابتسامة رضا يفتح المقص ويقص به أجنحة الطفل . ومع هذه الصورة قصيدة قصيرة يقول فيها :

في الوقت الذي تسقط فيه المحيطات
ويصعب فهم الجهل الهرم
قصصت الأجنحة لخدمة الرب ، وغير مبالٍ
بجميع الأشياء الدنيوية[1]

هذه الصورة توضح حالة الإنسان في عصر يبدأ الآن ، فالشمس التي تشرق هي العلوم البيولوجية ، تلقي الضوء بكثافة

---

(1) من كتاب «بليك المحمول The Portable Blake» حرره ألفريد كازين Alfred Kazin (الناشر : فايكنج Viking عام 1946) .

عالية على العمليات الحيوية التي بها نعيش ، ونحس ، ونفكر . ويرمز الطفل ذو الأجنحة إلى الحياة البشرية ، التي أصبحت للمرة الأولى تدرك نفسها وإمكانياتها الكامنة في ضوء العلم . أما الرجل العجوز فيرمز إلى المجتمع البشري الحالي ، الذي تشكل عبر قرون من الجهل . أما قوانيننا ، وولاؤنا ، ومخاوفنا وأحقادنا ، والظلم الاقتصادي والاجتماعي ، فإن هذا كله نما ببطء ، وكان له جذور عميقة تضرب في الماضي .

مما لا شك فيه ، أن تقدم المعارف البيولوجية سيؤدي إلى مجابهات بين المؤسسات القديمة والحقوق الجديدة للبشرية ورغبتها في تحسين ذاتها ، وسوف تعمل تلك المؤسسات القديمة على قص أجنحة الرغبات الجديدة . وربما يكون لذلك ما يبرره إلى حد ما ، فالحذر والقيود الاجتماعية ضرورية . وسوف تكون هذه التكنولوجيا الجديدة خطيرة مثلها مثل التحرر من القيود . ولكن على المدى البعيد ، يجب أن تنحني القيود الاجتماعية للواقع الجديد، ولا يمكن للبشرية أن تعيش إلى الأبد بأجنحة مقطوعة . ولن تختفي من على وجه الأرض رؤية التحسن الذاتي ، التي أعلن عنها كل من وليم بليك وصموئيل جومبرس بوسائله المختلفة .

تذييل ، 2006

بعد تسع سنوات ، ازدادت الفجوة بين الأغنياء والفقراء اتساعًا ، واستمرت التقنيات الجديدة في زيادة ثراء حاملي الأسهم ، وزيادة فقر العمال . والفكرة الرئيسية في هذا المقال ، هي أن التقدم التكنولوجي يضر أكثر مما ينفع ، إلا إذا كان مصحوبًا بتقدم أخلاقي ، ويبدو هذا اليوم أكثر واقعية عما كان عليه الأمر عام 1997 .

وهناك عدد قليل فقط من الحقائق التي تحتاج إلى تصحيح ، فالهاتف المحمول لم يعد لعبة الأغنياء فقط ، بل أصبح متاحًا للجميع . ولقد جلست مؤخرًا في حجرة الانتظار في مكتب إدارة الضمان الاجتماعي بمدينة ترينتون Trenton ، ضمن حشد من المواطنين الأكثر فقرًا من ولاية نيوجرسي New Jersey ، وكنت سعيدًا لأنني رأيت العديد منهم يحمل هاتفًا محمولًا . وما زال ابني جورج يواصل عمله التجاري في صناعة القوارب بمدينة بيلينجهام ، ولكنه الآن معروف أكثر ككاتب ومؤرخ.

3

الـمنشقّ الجديد

كانت أول مرة ألتقي فيها تومـاس جولـد Thomas Gold عـام 1946 ، عندما عملت كمتطوع تجـارب - مثـل خنزيـر غينيـا - في تجربة كان جولد يجريها على قـدرات أذن الإنـسان . فللبـشر قـدرة ملحوظة على التمييز بين طبقـات الأصـوات الموسـيقية . ويمكننـا بسهولة أن نتعرف على الفرق عندما تتذبذب الذبذبة للنغمة النقيـة بمقدار بسيط لا يتعدى واحدًا بالمائة . كيف نفعل ذلك ؟ هذا هـو السؤال الذي كان على جولد الإجابة عليه . كان ثمة إجابتان : إمـا أن الأذن الداخلية للإنسان تحتوي مجموعـة مـن الأجهـزة الدقيقـة الـمُضخِّمة للصوت (محدثة رنينًا) كـرد فعـل للـصوت الحـادث ، وإما أن الأذن لا يحدث بها رنين ، ولكنها تقـوم بتحويـل الـصوت الحادث فقـط بـصورة مبـاشرة إلى إشـارات عـصبية ، والتـي يـتم

تحليلها إلى نغمات نقية ، من خلال مراحل لعمليات عصبية غير معروفة داخل مخ الإنسان .

في عام 1946م ، اعتقد خبراء علم وظائف الأعضاء المتخصصون، الذين أجروا اختباراتهم في تشريح وفسيولوجيا الأذن ، أن الإجابة الثانية هي الصحيحة ، حيث إن تمييز طبقة الصوت تتم في مخ الإنسان وليس في الأذن . ورفض هؤلاء الخبراء الإجابة الأولى لأنهم يعلمون أن الأذن الداخلية عبارة عن فراغ صغير مملوء بلحم رخو وماء ، وأنهم لا يتصورون أن الأغشية القليلة الرخوة في الأذن يحدث لها رنين مثل أوتار آلة الهارب الموسيقية أو القيثارة أو البيانو .

ولقد صمم جولد تجربته لإثبات خطأ الخبراء ، وكانت التجربة بسيطة ، ورائعة ، ومبتكرة . وخلال الحرب العالمية الثانية عمل جولد لدى البحرية الملكية في مجال الاتصالات اللاسلكية والرادار ، واعتمد في بناء جهازه على مخلفات الحرب من إلكترونيات وسماعات للأذن ، وأوصل بسماعة الأذن إشارة تتكون من نبضات قصيرة من نغمة واحدة نقية ، يفصل بينها فترات من الصمت . وكانت فترات الصمت أطول عشر مرات على الأقل من مدة نبضة النغمة ، وأخذت نبضات الصوت نفس الشكل ، ولكنها كانت ذات مراحل يمكن خلالها عكس

اتجاهها. ويعني انعكاس اتجاه النبضة انعكاس اتجاه حركة المتحدث في سماعة الأذن .

وعندما يتحدث المتكلم مُحدثًا نبضة منعكسة فإنه يدفع الهواء للخارج ، لكن عندما تكون النبضة غير منعكسة ، فإن الهواء يندفع للداخل . في بعض الأحيان أعطى جولد جميع النبضات نفس المرحلة ، وأحيانًا كان هناك تناوب في المراحل بحيث إن النبضة الزوجية يكون لها مرحلة واحدة ، والنبضات الفردية يكون لها مرحلة منعكسة ، وكان كل ما يجب عليّ فعله هو الجلوس واضعًا السماعات على أذني ، وأستمع ، بينما كان جولد يرسل النبضات ، سواء مستمرة أو متقطعة ، على مراحل . وكان عليّ أن أخبره من خلال سماعي للصوت في سماعة الأذن ، أيًا من هذه النبضات كان مستمرًا وأيها كان متقطعًا .

عندما كانت فترة الصمت الفاصلة بين النبضات عشرة أضعاف فترة النغمة النقية ، كان سهلًا عليّ أن أتعرف على الفارق، لقد سمعت ضوضاء تشبه أزيز البعوض ، وطنينًا ونغمات أخرى مختلفة تصدر كلها في وقت واحد ، وكانت نوعية هذا الطنين تتغير بشكل ملحوظ عندما تتغير مراحل النبضات من مستمرة إلى متقطعة . ولقد كررنا هذه المحاولات مع فترات صمت أطول ، وكنت ما زلت قادرًا على تحديد الفرق عندما كانت فترة الصمت

تطول لمدة ثلاثين فترة . ولم أكن المتطوع الوحيد لهذه التجارب ، فهناك أصدقاء عديدون آخرون لجولد كانوا مشاركين في الاستماع إلى الإشارات ، وتوصلوا إلى نتائج مماثلة .

أظهرت التجربة أن الأذن البشرية يمكنها تذكر مرحلة الإشارة بعد توقفها ، ولمدة تبلغ 30 ضعف مدة الإشارة . ولكي يمكن تذكر هذه المرحلة ، يجب أن تحتوي الأذن على أجهزة رنين شديدة الحساسية للنغمات ، لدرجة أنها تستمر في الذبذبة خلال فترات الصمت . وأثبتت نتيجة التجربة أن تمييز نغمة الصوت يتم في الأذن فقط وليس في المخ .

وبالإضافة إلى هذا البرهان التجريبي الذي أوضح أن الأذن يمكنها أن تُحدث رنينًا ، كان لجولد نظرية توضح أن الرنين ذا النغمة الحادة يمكن أن يحدث من مواد رخوة وقابلة للتحلل . وكانت نظريته هي أن الأذن الداخلية تحتوي على نظام للتغذية الكهربية الراجعة (المرتدة) electrical feedback system . وتتصل وحدات الرنين الآلية (الميكانيكية) بوحدات إحساس تعمل بالطاقة الكهربائية ، ومطارق ، وبالتالي فإن النظام الآلي الكهربي الموحد يعمل مثل مكبر الصوت .

وتعمل التغذية الراجعة الموجبة بواسطة المكونات الكهربائية على إبطال تضاؤل الذبذبات الناتجة عن ترهل المكونات الميكانيكية.

كانت تجربة جولد - كمهندس كهرباء - تبدو مقنعة له ، على الرغم من أنه لم يتمكن من التعرف على الهيكل التشريحي للأذن ، والتي تعمل كوحدات إحساس ومطارق . وفي عام 1948 نشر جولد بحثين ، الأول تقرير لنتائج التجربة ، والآخر وصف للنظرية .

شاركت بنفسي في التجربة ، واستمعت إلى جولد وهو يشرح نظريته ، ولم يكن لديَّ أي شك أنه كان على حق . وكان علماء الفسيولوجي المتخصصون المتابعون للتجربة على يقين من أنه كان على خطأ . ولقد وجدوا أن النظرية غير قابلة للتصديق من الناحية النظرية ، كما أن التجربة لم تكن مقنعة . واعتبروا جولد دخيلًا جاهلًا ، يدخل مجالًا لم يتلقَّ فيه تدريبًا ، ولم يحصل فيه على شهادات ، واستمر التجاهل ثلاثين عامًا بعد أبحاث جولد على السمع ، وانتقل هو إلى أمور أخرى .

وبعد ثلاثين عامًا ، بدأ جيل جديد من علماء فسيولوجيا السمع في استكشاف الأذن باستعمال أدوات أكثر تطورًا ، واكتشفوا أن كل شيء قاله جولد عام 1948 كان صحيحًا ، فوحدات الإحساس الكهربائية والمطارق في الأذن الداخلية معروفة الآن . وهناك نوعان مختلفان من خلايا السمع ، وهي تعمل بنفس الطريقة التي حددها جولد . واعترفت هيئة علماء الفسيولوجي أخيرًا بأهمية أبحاث جولد ، وذلك بعد أربعين عامًا من نشرها .

إن دراسة جولد لآلية السمع ، هـي نمـوذج للأسـلوب الـذي عمل به طوال حياته . وبمعدل مرة كل خمس سـنوات كـان يغـزو مجـالًا جديـدًا في البحـث العلمـي ، ويقـترح نظريـة خياليـة تثـير معارضة الخبراء المتخصصين في هذا المجال ، ثم يعمل بجد لإثبات خطأ هؤلاء الخبراء . ولم يكن النجـاح دائـمًا حليفـه ، ففـي بعـض الأحيان يكون الخبراء على حق ويكون هو مخطئًـا . إلا أن جولـد لم يكن متخوفًا من كونه ليس على حق . لقد أخطأ مرتين عـلى الأقـل خطأً بينًا ، مرة عنـدما عـزز نظريـة ثبـات الكـون steady - state universe التي تفترض أن المـادة تتكـون باسـتمرار لتحـافظ عـلى الكثافة ثابتة عندما يتمدد الكون ، ومرة أخرى عندما تنبأ بأن القمر سيكون مغطًّى بغبار محمَّل بطاقـة إلكتروسـتاتيكية ، سـيغرق فيـه رواد الفضاء بمجرد أن تطأ أقدامهم سطحه . وعندما ثبت خطؤه ، قال إنه يعترف بهزيمته بروح طيبـة . ويقـول جولـد إن العلـم لـن يكون ممتعًا إن لم تخطئ . وكانت أفكار جولد الخاطئة لا تُذكر عنـد مقارنتها بأفكاره الأخرى الصائبة كبيرة الأهميـة . وكانـت واحـدة من أهم أفكاره الصائبة هي النظرية التي تقول إن النجوم النابـضة - وهي مصادر النبضات الكهربائية السماوية المنتظمة التي اكتشفها علماء الفلك عام 1967 - هي نجوم نيترونيـة متناوبـة (متعاقبـة) . وخلافًا لمعظم أفكاره الصائبة ، فإن نظريته عن النجوم النابضة تـم قبولها على الفور من قبل الخبراء وعلماء الفلك .

هناك أفكار صائبة أخرى لجولد رفضها الخبراء ولمدة أطول من المدة التي رُفضت فيها نظريته عن السمع ، مثل نظريته حول محور دوران الكرة الأرضية ، والتي قدرها بتسعين درجة . ففي عام 1955 نشر جولد بحثًا ثوريًا بعنوان «عدم الاستقرار في محور دوران الأرض» ، اقترح فيه أن محور الأرض يميل بزاوية 90 درجة مع الوقت خلال مليون سنة ، حتى أن القطبين الشمالي والجنوبي القديمين سوف ينتقلان إلى خط الاستواء ، وسوف تتحرك نقطتان من خط الاستواء إلى القطبين . وسوف يؤدي ذلك إلى عدم الاستقرار في دوران الأرض حول نفسها بسبب حركة كتلتها ، وبالتالي سوف يكون محور دوران الأرض القديم غير مستقر ، وسيكون محور الدوران الجديد مستقرًّا . وقد يؤدي تراكم كميات كبيرة من الجليد في القطبين الشمالي والجنوبي القديمين - على سبيل المثال - إلى مثل هذا التبادل في الاستقرار .

تجاهل الخبراء بحث جولد على مدى أربعين سنة ، حيث ركز هؤلاء الخبراء والباحثون - في ذلك الوقت - كل اهتمامهم في مجال بحثي ضيق يتعلق بظواهر نظرية الانجراف القاري ونظرية الألواح التكتونية . ولم تكن لنظرية جولد أي علاقة بنظرية الانجراف القاري أو نظرية الألواح التكتونية ، لذا لم تكن نظريته محط اهتمام هؤلاء الخبراء والباحثين حينذاك ، على الرغم من أن

عدم استقرار محور دوران الأرض الذي تنبأ به جولد مـن شـأنه أن يحدث أسرع من الانجراف القـاري ، وهـو لـن يغـير مـن مواقـع القارات بالنسبة إلى بعضها الـبعض ، ولكنـه سـوف يغـير مواقـع القارات بالنسبة إلى محور دوران الأرض فقط .

وفي عام 1997 ، نشر جوزيف كيرشفينك Joseph Kirschvink - خبير مغناطيسية الصخور rock magnetism بمعهـد كاليفورنيـا للتكنولوجيا - بحثًا يثبت فيه أن تغير محور دوران الأرض تـسعين درجة حدث خلال فترة جيولوجيـة قـصيرة مـن حقبـة الكمـبري المبكرة Early Cambrian era . كان لهذا الاكتشاف أهميـة كبـيرة في تاريخ الحياة ، ويبدو أن الزمن الذي حدث فيه تناوب محور دوران الأرض تزامن مع وقت حدوث الانفجـار الكمـبري Cambrian Explosion في تلك الفترة الوجيزة ، التي ظهرت فيها فجأة الأنواع الرئيسية من الكائنات الحية الراقية ، وكان ذلك واضحًا في السجل الحفري . ومن المحتمل أن يكون تناوب محـور دوران الأرض هـو سبب حـدوث تغـيرات بيئيـة عميقـة في المحيطـات ، ممـا أدى إلى حدوث التطور السريع في أشـكال الحيـاة الجديـدة . وقـد صـدق كيرشفينك على نظرية جولـد ، ممـا دعـم ملاحظاتـه . ولـو لم يـتم تجاهل هذه النظرية لمدة أربعين عامًا ، فإن الأدلة التي تؤكدها كـان من الممكن الحصول عليها في وقت قصير .

إن فكرة جولد الأكثر جدلًا هي الأصل غير الحيوي للغاز الطبيعي والبترول، وأيد النظرية التي تفترض أن الغاز الطبيعي والبترول يأتيان من خزانات في عمق الأرض، وهذا الوقود الحفري ناتج عن المواد التي تكثفت منها الأرض. أما الجزيئات الحيوية التي توجد في البترول فإنها ناتجة عن كائنات حية. هذه النظرية، مثلها مثل نظرية السمع، وتناوب محور دوران الأرض، تتناقض مع عقيدة راسخة عند الخبراء والباحثين في ذلك الوقت، واعتبِر جولد - مرة أخرى - جاهلًا دخيلًا على العلم وعلى المجال الذي يبحث فيه.

في الحقيقة، كان جولد دخيلًا، ولكنه لم يكن جاهلًا، لأنه كان يعلم التفاصيل الجيولوجية والكيميائية للغاز الطبيعي والبترول، وكانت حججه وبراهينه التي تدعم نظريته تقوم على ثروة من المعلومات الحقيقية، وربما نحتاج إلى أربعين سنة أخرى لنحدد أي النظريتين على صواب، وسواء كانت نظرية الأصل غير الحيوي للغاز الطبيعي والبترول على خطأ أم على صواب، فإن الأدلة التي سوف يتم جمعها ستضيف الكثير إلى معرفتنا بالأرض وتاريخها.

وفي النهاية، فإن المقترحات الثورية الأخيرة لجولد، هي موضوع كتاب له بعنوان «في أعماق المحيط الحيوي الساخنة

"The Deep Hot Biosphere"[1] . وتقـول نظريتـه إن كـل قـشرة الأرض ، وصولًا إلى عمق عدة أميال ، مسكونة بالكائنات الحيـة . وما نراه من كائنات حية تعيش على سطح الأرض ما هـو إلا جـزء صغير من المحيط الحيوي . والجزء الأكبر والأقدم عمرًا من المحيط الحيوي في الأعماق الحارة للأرض . ودعمت النظريـة بأدلـة كثيرة لا حصر لها ، ولست بحاجـة إلى أن أقـوم بتلخـيص هـذه الأدلـة وعرضها هنا ، لأنها موجودة بوضوح في الكتاب ، وإنني أفضل أن يتحدث جولد عن نفسه ، والغرض من مقدمتي هو شرح كيف أن نظرية أعماق المحيط الحيوي الـساخنة تنـدرج في الأسـلوب العـام لحياة وعمل جولد . وكانت نظريات جولد دائمًا مبتكرة ، ومهمة ، وواقعية عادة، وعلى صواب . وفي اعتقادي المبني على خمسين عامًا من ملاحظة جولد كـصديق وزميـل ، فـإن نظريـة أعـماق المحـيط الحيوي الساخنة نظرية أصيلة ، ومبتكرة ، ومثيرة للجدل ، وصائبة أيضًا .

تذييل ، 2006

توفي توماس جولـد في يونيـو 2004 ، وقبـل فـترة وجيـزة مـن وفاته، أجريت تجربة في مختبر واشنطن الجيوفيزيائي التابع لمؤسـسة

(1) الناشر springer - verlag, 1999 .

كـارنيجي Carnegie Institution of Washington Geophysical Laboratory لاختبار نظريته التي تفترض أن الغاز الطبيعي يتكون في عمق قشرة الأرض[1] . أجريت هذه التجربة بكميات ضئيلة من مواد قشرة الأرض تعرضت إلى درجة حرارة مرتفعة وضغط عـالٍ داخل حجرة خاصة ، ولوحظ تكون غاز الميثـان بـوفرة . وأرسـل البـاحثون في المختـبر رسـالة إلى جولـد يخبرونـه فيهـا أنهـم أثبتـوا نظريته، ولم يعرفوا أنه قد توفي منذ ثلاثة أيام .

(1) H.P. Scott *et al*, "Generation of Methane in the Earth's Mantle : *In Situ* High Pressure - Temperature Mesurements of Carbonate Reduction" Proceedings of the National Academy of Science. Vol.101.No.39 (September 28,2004), pp. 14023 - 14026.

4

المستقبل يحتاج إلينا

هناك قصة مثيرة بعنوان «فريسة Prey»[1] مكتوبة بطريقة جيدة ومرحة ، مثلها مثل الكتب الأخرى للكاتب ميخائيل كريشتون Michael Crichton ، والشخصيات الرئيسية في هذه القصة هم الراوي ، وجاك Jack وزوجته جوليا Julia ، وهما أب وأم لثلاثة أطفال يتمتعون بالحيوية ، استطاعا بنجاح الجمع بين الاستمتاع بالأبوة والسعي إلى تقدم مهني لامع في عالم التقنية المتقدمة في silicon valley . كانت جوليا تعمل لدى شركة تسمى «زيموس Xymos» ، تهتم بتطوير الروبوتات (الإنسان الآلي) الدقيقة nanorobots ، والماكينات ضئيلة الحجم التي يمكنها التحرك والعمل بصورة آلية مستقلة ، إلا أن هذه الروبوتات والماكينات مبرمجة للعمل معًا كأنها هي جيش من النمل .

(1) الناشر Harper Collins, 2002 .

أما جاك ، فكان يعمـل لـدى شركـة تـسمى «ميـديا تـرونكس Media Tronics» ، مهمتهـا صـناعة برمجيـات تنـسق عمـل المجموعات الكبيرة من الماكينات ذاتية الحركة . وقد نقلـت برامجـه الذكاء والمرونة إلى هذه الماكينات .

بدأت الأمور تتجه اتجاها خاطئًا عنـدما فقـد جـاك وظيفتـه ، وتفرغ لرعاية الأطفال ، بينما كانت جوليا تعمل ساعات أطـول في المختبر ، وفقدت اهتمامها بأسرتها . وانخرطت بعد ذلـك في عمـل سري مجهـد لتطـوير الروبوتـات الدقيقـة إلى منظومـة اسـتطلاع يصعب اكتشافها ، ويمكن بيعها لوزارة الدفاع الأمريكية . ولزيادة قوة وأداء هذه المنظومة ، أدخلت بكتيريا حيـة داخـل الروبوتـات الدقيقة حتى يتسنى لها التكاثر والتطور بسرعة . ثم أعادت جوليـا برمجة هذه المنظومة مع أحدث البرامج التي طورها جاك للماكينات ذاتية الحركة ، لذا استطاعا التعلم والاستفادة من التجربة .

وحتى مع هذه التحسينات ، لم تـفِ هـذه الروبوتـات الدقيقـة بمواصفات الجيش الأمريكـي ، وفقـدت شركـة زيمـوس تمويـل وزارة الدفاع الأمريكية . وبعد ذلك حاولت جوليا محاولات يائسة لتحويل منظومة الاستطلاع إلى نظام تـشخيص طبـي يمكـن بيعـه وتسويقه بين المدنيين . واعتمدت فكرتهـا عـلى تجهيـز الروبوتـات الدقيقة لدخول الجسم البشري واستكشافه ، وبذلك يمكن تحديـد أماكن وجود الأورام وغيرها من الحالات المرضية بدقة أعـلى مـن

الأشعة السينية والموجات فوق الصوتية التي تعمل من خارج الجسم.

ولإجراء تجارب لهذه التطبيقات الطبية للروبوتات الدقيقة، استخدمت جوليا نفسها كحيوان تجارب «مثل خنزير غينيا Guinea pig»، وأصيبت نتيجة لذلك بعدوى مزمنة. واستطاعت الروبوتات الدقيقة الحفاظ على حياتها متكافلة مع جسمها، وأمكنها بعد ذلك السيطرة تدريجيًّا على عقلها. وأثناء حالة التشويش العقلي، نقلت جوليا العدوى متعمدة لثلاثة من زملائها في المختبر بالروبوتات الدقيقة، كما أطلقت أعدادًا كبيرة من هذه الروبوتات الدقيقة في البيئة، حيث تختار فرائسها من الكائنات الحية البرية، وهناك تتزايد أعدادها زيادة سريعة.

والجزء الرئيسي من القصة، أن جاك أدرك تدريجيًّا أن هناك شيئًا خطيرًا يحدث لزوجته وللمشروع الذي تشارك فيه. وفهم في النهاية تحولها المرعب، وبمساعدة امرأة شابة كانت صديقة مخلصة لها، واجه جوليا، ورشها برذاذ يحتوي على معلق لفيروس قاتل للبكتريا «باكتيروفاج bacteriophage»، وذلك لقتل البكتريا الموجودة داخل جسمها. إلا أن جوليا وزملاءها المصابين لم يكونوا قادرين على الحياة دون وجود الروبوتات الدقيقة المتكافلة symbiotic nanorobots التي استطاعت السيطرة على عقولهم. وعندما تعرضوا للرش بمعلق الفيروس قاتل البكتريا، انهارت

أجسامهم ، ثم ماتوا بعد ذلك ، تمامًا كما حدث للساحرة الشريرة في قصة «ساحر أوز The Wizard of Oz» عندما ألقت دورثي Dorothy دلوًا من الماء عليها .

بعد رحيل جوليا ، عمل جاك وصديقته على تدمير الروبوتات الدقيقة الموجودة داخل وخارج المختبر وذلك بحرقه وتفجيره . وفي المشهد الختامي ، عاد جاك مع أطفاله متسائلين عما إذا كانت هذه الروبوتات الدقيقة عملًا جيدًا ، وهل ما زالت شركة زيموس تطور مشروعات أخرى للروبوتات الدقيقة ، التي قد تتحول إلى كوابيس .

والآن ، ما الدروس المستفادة من هذه القصة الخيالية ؟ هناك طريقتان للنظر إليها ، الأولى : يمكننا الاستمتاع بها على أنها قصة ، دون أن نأبه لبعض أجزائها ، وأنها قد تصبح حقيقة في يوم ما . والطريقة الثانية : أن نقرأ هذه القصة ونأخذها على محمل الجد كإنذار عاجل للأخطار التي ينطوي عليها المستقبل ، إذا سمح للتطورات التكنولوجية في الوقت الحاضر بالاستمرار . ويقول المؤلف بوضوح ، في فصل تمهيدي بعنوان «التطور الاصطناعي في القرن الحادي والعشرين» ، إنه يريد أن تؤخذ قصته على محمل الجد.

ومن السهل إدراك أن تفاصيل القصة تشوبها أخطاء تقنية ، مثل حجم الروبوتات الدقيقة . وفي مجال الإعلان التجاري عن نظام

التشخيص الطبي لشركة زيموس، قالت جوليا: «يمكننا أن نفعل كل هذا لأن آلة التصوير أصغر من خلايا الدم الحمراء». وحيث إن آلة التصوير هي إحدى الروبوتات الدقيقة التي تختبرها جوليا، فإنها يجب أن تكون صغيرة إلى هذا الحد، لكي يمكنها السباحة في مجرى الدم داخل الأوعية والشعيرات الدموية التي تحمل الدم خلال الرئتين. وتتسع الشعيرات الدموية بالكاد لمرور خلايا الدم الحمراء خلالها. ولكن في موقع لاحق بالكتاب وجد جاك تجمعات كثيفة من الروبوتات الدقيقة تطارده في الهواء الطلق كأنها هي سرب من النمل أو النحل. وكانت هذه الروبوتات الدقيقة تطير في الهواء بسرعة تضاهي سرعة جريان جاك بأقصى ما يستطيع. ولحسن حظ جاك، ولسوء حظ القصة، فإن قوانين الفيزياء (الطبيعة) لا تسمح لمخلوقات صغيرة الحجم للغاية بالطيران بسرعة، حيث إن مقاومة لزوجة الهواء أو الماء يصبح أقوى كلما كان الكائن الحي أصغر حجمًا، والطيران خلال الهواء للروبوتات الدقيقة التي في حجم خلايا الدم الحمراء ستكون مثل سباحة الإنسان في المولاس (العسل الأسود). وبصفة عامة، فإن أقصى سرعة للسباحة أو الطيران تتناسب مع طول الكائن الحي. وعلى ذلك فإن الحد الأقصى لسرعة روبوت دقيق يطير في الهواء أو يسبح خلال الماء ستكون جزءًا واحدًا من عشرة أجزاء من البوصة لكل ثانية، وهي سرعة تكفي لملاحظة حلزون. ولكي تتصرف

هذه الروبوتات الدقيقة مثلما يتصرف سرب من الحشرات ، يتعين عليها أن تكون بحجم تلك الحشرات .

من السهل العثور على العيوب التقنية الأخرى الموجودة في القصة ، حيث قيل إن أسراب الروبوتات الدقيقة التي تطير في الهواء تحصل على طاقتها من الطاقة الشمسية ، إلا أن الطاقة الشمسية التي تسقط على هذه الجسيمات دقيقة الحجم لا تكفي لتوليد طاقة تحركها ، حتى لو افترضنا أن لهذه الروبوتات الدقيقة قدرة سحرية على استخدام الطاقة الشمسية بكفاءة كاملة (100%). ويمكنني الاستمرار في سرد قائمة من التفاصيل التقنية التي من المستحيل علميًّا تحققها لسبب أو لآخر ، إلا أن هذا من شأنه أن يُفقد النقطة الرئيسية للقصة .

فهذه القصة حول البشر ، وليست عن الروبوتات الدقيقة ، والنقطة الرئيسية هي أن جوليا إنسانة جديرة بالثقة ، ومؤهلة ، وحسنة النية ، وفي موقع المسئولية ، ويقع على عاتقها مصير الشركة. ورأت جوليا أن السبيل الوحيد لإنقاذ الشركة من الإفلاس هو المضي قدمًا في تكنولوجيا محفوفة بالمخاطر . ولم تكن جوليا قادرة على مواجهة فشل الشركة وتدمير مستقبلها المهني ، لذا استمرت في تجاربها بغض النظر عن المخاطر ، ولعبت دور المقامر في هذه المخاطرة الصعبة مع عدم قدرتها على تحمل الخسارة.

وفي النهاية خسرت جوليا ليس فقط شركتها ومستقبلها المهني ، ولكن أيضًا أسرتها وحياتها . إنها قصة إنسان جدير بالثقة ، ولا تلعب فيها التفاصيل الفنية دورًا هامًّا .

تذكرني هذه القصة برواية الكاتب نيفل شوت Nevil Shute بعنوان «على الشاطئ On the Beach» ، التي نُشرت عام 1957م ، وتصف هذه الرواية انقراض الجنس البشري نتيجة حرب إشعاعية. وكانت الترجمة المثيرة ، التي قدمها شوت لمشاعر البشر ، ووصفه للكوارث ولأصوات الناس في حياتهم اليومية .. مفاجأة حقيقية للخيال العلمي . وأصبح كتابه واحدًا من أكثر الكتب رواجًا في العالم ، وتحول إلى فيلم ناجح . وكان كل من الكتاب والفيلم أول من تعرض لأسطورة دائمة ، تحولت بوعي ولا شعوريًّا إلى التفكير في حرب نووية . وقد صور أسطورة الحرب النووية كأنها هي موت صامت لا يرحم ، ولا سبيل إلى الفرار منه ، ومع الكوبلت المشع الذي يجتاح ببطء ولأسفل هابطًا من السماء بدءًا من النصف الشمالي للكرة الأرضية حتى النصف الجنوبي منها .

أما شعب استراليا ، بعد موت سكان نصف الكرة الشمالي ، فقد عاشوا حياتهم في هدوء وشجاعة حتى النهاية . ووفرت الحكومة الاسترالية إمدادات من حبوب القتل الرحيم للمواطنين لاستعمالها عندما تظهر أعراض الإصابة بالإشعاع وتصبح أوجاعها غير

محتملة . ونصحت الحكومة الآباء والأمهات بإعطاء حبوب القتـل الرحيم لأطفالهم مبكرًا قبل أن ينالهم الأذى . ولم يكن هناك أدنـى أمل في البقاء على قيد الحياة ، ولم يكن هناك حديث عن بناء سـفينة نـوح تحـت الأرض للحفـاظ عـلى مخلوقـات الأرض حيـة إلى أن يتحلل الكوبلت المشع . ولقد تصور شوت قبول الجـنس البـشري انقراضه في استسلام وهدوء .

وكانت رواية «على الشاطئ» معيبة من الناحية التقنية من نواحٍ عديدة ، فجميع التفاصيل تقريبًا كانت خاطئة ، فالكوبلـت المـشع لن تزيد خطورته بدرجة كبيرة عن خطورة القنابل الهيدروجينيـة ، والسقوط لن ينحدر بشكل موحد على مساحات شاسعة ، ولكنـه يقع بـصورة متقطعـة في الزمـان والمكـان ، ويمكـن للنـاس حمايـة أنفسهم من الإشعاعات بـاللجوء إلى ملاجـئ مغطـاة بطبقـة مـن التربة وسمكها عدة أقدام ، كما يفترض أن هذه الحرب الإشـعاعية حدثت عام 1961 ، وذلك الوقت كان مبكـرًا جـدًّا ، حتـى لأكثـر الدول عدوانية ، لكي تمتلك قدرة ميجاطن اللازمة لإعطاء جرعـة مميتة من الإشعاع تغطي سطح الأرض بكاملها . وعلى الـرغم مـن ذلك ، فإن الروايـة حققـت مـا يرغـب شـوت في تحقيقـه ، وعـلى مستوى البشرية بصورة أساسية ، لأنه قال الحقيقـة ، وأخـبر العـالم بلغة يمكن للجميع أن يفهمها ، أن الحرب النوويـة تعنـي المـوت . واستمع العالم إلى النصيحة .

لم تكن قصة «فريسة» في جودة رواية «على الشاطئ» ولكنها حملت لنا رسالة على نفس القدر من الأهمية ، والرسالة هي أن التكنولوجيا الحيوية في القرن الحادي والعشرين على نفس القدر من خطورة التكنولوجيا النووية في القرن العشرين. ولا تكمن مثل هذه المخاطر في أي أدوات خاصة مثل الروبوتات الدقيقة أو في الآلات ذاتية الحركة ، ولكن تنشأ المخاطر عن المعرفة ، ومن فهمنا العميق المتزايد للعمليات الأساسية للحياة . والرسالة التي تحملها الرواية هي أن التطبيق غير المسئول للمعارف البيولوجية يعني الموت . ونحن نأمل أن يستمع العالم هذه المرة إلى النصيحة .

ومن هذه النقطة ، فإنني أفترض أن الرسالة الأساسية لرواية «فريسة» رسالة صحيحة ، وأفترض أيضًا أن نمو المعارف البيولوجية خلال هذا القرن قد بدأ الآن في إحداث مخاطر جسيمة للمجتمع البشري وبيئة كوكبنا . ويهتم باقي هذا العرض بما ينبغي لنا فعله للتخفيف من هذه المخاطر ، وما رد الفعل المناسب في مواجهة هذه الأخطار الافتراضية وغير المفهومة .

وفي هذا الشأن ، كما في غيره من الحالات التي يتعرض فيها الجمهور للمخاطر الصحية والبيئية ، فلابد من تقييم تلك المخاطر والتعامل معها . هناك وجهتا نظر متعارضتان بشدة . تقوم وجهة النظر الأولى على مبدأ الحيطة ، أي أنه عند وجود أي مخاطر لحدوث كارثة كبيرة ، ينبغي ألا يُسمح باتخاذ أي إجراء من شأنه

زيادة مستوى الخطورة . فإذا كان هناك إجراء يعود بالمنفعة المصحوبة ببعض المخاطر الرئيسية الكبرى - كما يحدث غالبًا - فلا ينبغي السماح بمثل هذا الإجراء ، درءًا للمخاطر .

بينما ترى وجهة النظر الأخرى المعارضة أن المخاطر التي لا يمكن تجنبها ، ولا توجد إمكانية لاتخاذ أي إجراء لتجنب تأثيراتها السيئة ، يجب حينئذ الموازنة بين المخاطر والفوائد المحتملة التي يمكن تحقيقها، خاصة عندما يتوقع وجود مخاطر لعلم أو تكنولوجيا خطرة، وإحدى الخسائر التي ينبغي النظر إليها هي خسارة حرية الإنسان . وإنني أطلق على وجهة النظر الأولى «وقائية precautionary» ، وعلى وجهة النظر الثانية «تحررية libertarian» .

في أبريل عام 2000م ، نشر بيل جوي Bill Joy - مؤسس مشارك وعالم رئيسي في شركة صن مايكروسيستمز Sun Microsystems ، وهي شركة كمبيوتر كبيرة وناجحة - مقالًا في مجلة «ويرد Wired» بعنوان «لماذا لا يحتاج المستقبل إلينا؟» ، جاء فيه: «لدينا أقوى تكنولوجيات القرن الحادي والعشرين ، والروبوتات ، والهندسة الوراثية ، والتكنولوجيا فائقة الدقة (النانوتكنولوجي) ، وكلها تهدد بفناء الجنس البشري» . وكانت المفاجأة الكبرى أن نرى أحد قادة صناعة التكنولوجيا المتقدمة يجادل بغضب ضد الأصوات التي نادت بتبطيء التكنولوجيا التي

يمكن أن تكون خطرة ، وأصبح بيل جوي بعد ذلك المتحدث الرسمي لوجهة النظر الوقائية .

بعد تسعة أشهر من ذلك الحدث ، أي في يناير 2001م ، انعقد الاجتماع السنوي للمنتدى الاقتصادي العالمي في دافوس Davos بسويسرا . وكان معظم المشاركين في المنتدى من رواد الصناعة ، ورؤساء المؤسسات ، والمسئولين الحكوميين . ولكنهم في هذا العام (2001) قرروا دعوة بعض العلماء والكتاب والفنانين لإضافة بعض الحيوية الفكرية إلى الاجتماع . وتم دعوتي مع بيل وطلبوا منا مناقشة قضية «هل تكنولوجيتنا خارج نطاق السيطرة؟» وقد أخذ بيل موقفًا متطرفًا في صف الجانب الوقائي ، وطلب مني أن أتخذ موقفًا متطرفًا في صف الجانب التحرري وذلك لجعل المناقشة مثيرة للاهتمام .

وفيما يلي سوف أوجز مناقشتنا[1] ، ولكي أكون متأكدًا أنني لن أحرِّف رأي بيل ، فإنني سوف أقتبس من مؤلفاته المنشورة فقط :

---

(1) هذا الوصف لمناقشتي مع بيل جوي من محاضرة ألقيتها في جامعة فيرجينيا Virginia عام 2004م ، وسوف تنشر المحاضرة في الكتاب الذي أوشك على الصدور ، وهو بعنوان «زجاج متعدد الألوان «A Many - Colored Glass» وعنوانه الفرعي : «انعكاسات على موقع الحياة في الكون Reflections on the place of life in the universe» ، دار نشر جامعة فرجينيا ، 2006 .

لقائي الأول : مقتبس من مقالـة بيـل المنـشورة في مجلـة «ويـرد Wired» :

تكنولوجيات القرن الحادي والعشرين : علم الوراثة ، تكنولوجيـا النـانو ، الروبوتات [التي يمكن اختصارها إلى الحروف الثلاثـة الأولى مـن أسـمائها باللغة الإنجليزية GNR] هي تكنولوجيات بلغت من القوة ما يمكنها مـن إنتاج أنظمة جديدة كاملة من الحوادث والانتهاكات ، ومن أخطـر الأمـور التي تظهر جلية أن محدثات هذه الحـوادث أصـبحت في متنـاول الأفـراد أو التجمعات الصغيرة ، كما أنها لن تتطلب قـدرًا كبـيرًا مـن التـسهيلات ، أو مواد خام نادرة الوجود ، وستكون المعرفة فقط هي السبيل لاستخدامها .

وبالتالي ، فإن لدينا إمكانية ، ليس فقط من أسلحة الدمار الشامل ، ولكـن مـن معرفة ما هو الدمار الشامل أيضًا ، هذه القدرة على التدمير يتم تضخيمها بشدة بواسطة قدرتها الذاتية على التضاعف.

وأعتقد أنه ليس من قبيل المبالغة القول إننا على قمـة الإتقـان المتزايـد للـشر المستطير ، ذلك الشر الذي تزداد احتماليـة انتـشاره ، بحيـث تـصل أسـلحة الدمار الشامل إلى الدول المؤلفة من قومية واحـدة ، ومـن غـير المـستبعد أن تصل هذه الأسلحة إلى الأفراد والجماعات المتطرفة .

تم كتابة هذه المقالة قبل عام ونصف العام من أحـداث سـبتمبر 2001م ، ولم أكن أعرف إذا ما كان بيل قد وضع أسامة بـن لادن في الاعتبار أم لا ، ولكنه بالتأكيد وضع في اعتباره إمكانية الانتقام من المجتمع بواسـطة ميكروبـات معدلـة وراثيًّـا بـدلًا مـن اسـتخدام أسلحة كيميائية .

لقائي الثاني :

هنا يستشهد بيل بـ «إيريك دريكسلر Eric Drexler » الرائد والمعلم الرئيسي لتكنولوجيا النانو. أنشأ دريكسلر معهد الحكمة Foresight Institute لتعزيز استخدامات تكنولوجيا النانو، وللتحذير من استخداماتها الخطرة . يقول دريكسلر :

يمكن للبكتريا متعددة التغذية المتحملة للظروف القاسية tough omnivorous bacteria – المعدلة وراثيًّا – منافسة البكتيريا العادية الموجودة في الطبيعة (البرية) ، ويمكنها الانتشار مثل حبوب اللقاح بواسطة الهواء ، ويمكنها التكاثر بسرعة ، وتحول النطاق الحيوي إلى غبار في غضون أيام قليلة . هذه الكائنات المتكاثرة الخطيرة يمكن أن تكون قوية وصغيرة الحجم وسريعة الانتشار إذا لم نتخذ ضدها أي أجراء ، فنحن لدينا ما يكفي من المشاكل في مكافحة الفيروسات وذبابة الفاكهة وغيرها . ولا يمكننا تحمل المزيد من النكبات مع مثل هذه الكائنات المتضاعفة .

وتعتمد فكرة تكنولوجيا النانو على بناء آلات صغيرة الحجم ذات قدرات تشبه الخلايا الحية ، ولكنها مصنوعة من مواد مختلفة حتى تكون أكثر قوة ، ومتعددة الاستخدامات . فنوع واحد من تلك الماكينات النانوية nanomachine يتم تجميعه بحيث إن مصنعًا صغيرًا يمكنه إنتاج ماكينات أخرى ، بما فيها النماذج التي تتضاعف من نفسها . وقد فهم دريكسلر من البداية أن تضاعف أجزاء الماكينات النانوية يمكن أن يكون أداة لقوة هائلة تستخدم للخير أو للشر . ولحسن أو لسوء الحظ ، انتقلت تكنولوجيا النانو بطريقة

أبطأ مما توقع دريكسلر ، والمنتجات الأكثر استفادة من تكنولوجيا النانو حتى الآن هي رقائق (شرائح) الكمبيوتر ، إلا أنها ليست لديها القدرة على تكرار نفسها ولا أي شيء آخر .

لقائي الأخير عن بيل: مقتبس من موضوع نشره في صحيفة واشنطن بوست The Washington Post ، يلخص فيه المخاطر التي يتوقعها ، ويوصي ببرنامج وخطة عمل لتجنب مثل هذه المخاطر :

نحن – المشاركين في النهوض بالتكنولوجيات الجديدة – يجب أن نكرس أفضل جهودنا لنواجه الكارثة . وإنني أقدم هنا قائمة من الخطوات الأولية التي أقترحها ، بناءً على تاريخنا مع أسلحة الدمار الشامل :

1- يجب على العلماء والتكنولوجيين (ومسئولي الشركات أيضًا) القَسَم – على غرار قسم أبقراط Hippocratic Oath في الطب – بتجنب العمل على أسلحة الدمار الشامل سواء بطريقة مباشرة أم غير مباشرة .

2- إنشاء هيئة دولية لبحث القضايا الأخلاقية ومخاطر التكنولوجيا الجديدة.

3- تطبيق مفاهيم صارمة للمسئولية القانونية ، وإجبار الشركات على تحمل مسئولية النتائج المترتبة على آليات ونشاط القطاع الخاص مثل التأمين وغير ذلك .

4- تدويل السيطرة على المعرفة والتكنولوجيات التي تتمتع بإمكانيات كبيرة، ولكنها بالغة الخطورة إذا كانت متاحة تجاريًّا.

5- عدم السعي إلى معرفة وتطوير هذه التكنولوجيات فهي خطيرة جدًّا ، ويفضل ألا تكون متاحة . وإنني أؤمن أيضًا بالسعي وراء المعلومات

وتطوير التكنولوجيات حتى الآن ، ولكننا شاهدنا حالات – مثل الأسلحة البيولوجية – كان التخلي الواضح عنها هو الخيار الحكيم .

ثم يأتي بعد ذلك ردي على بيل ، وقد وافقته في أن الأخطار التي وصفها هي أخطار حقيقية ، ولكني لم أوافقه في بعض تفاصيل براهينه ، كما أنني أختلف بشدة مع وسائل المعالجة . بدأت حديثي حول تاريخ الأسلحة البيولوجية ، وتجارب الاقتران الجيني gene - splicing experiments ، ونواحي نجاح وفشل الجهود المبذولة لتنظيم هذه التجارب . لقد تجاهل بيل التاريخ الطويل لاتخاذ إجراءات فعالة من قبل المجتمع الدولي لتنظيم أبحاث علوم البيولوجي (الأحياء) وحظر التكنولوجيات الخطرة .

بدأت تجارب الاقتران الجيني في كثير من الدول ، عندما تم اكتشاف تقنية لصق قطع من الحمض النووي DNA معًا عام 1975. وأطلق اثنان من رواد علم البيولوجي ، وهما ماكسين سنجر Maxine Singer وبول بيرج Paul Berg نداءً لوقف هذه التجارب حتى يمكن تقييم الأخطار تقييمًا دقيقًا . ومن الواضح أن هناك أخطارًا على الصحة العامة ، مثال ذلك إذا كانت الجينات الخاصة بالتوكسينات المميتة يمكن إدراجها في بكتريا مستوطنة بصورة طبيعية في مجتمعات بشرية .

وسرعان ما وافق علماء البيولوجي في جميع أنحاء العالم على وقف مثل هذه التجارب ، وتم ذلك في كل مكان لمدة عشرة أشهر.

وخلال هذه الفترة ، تم عقد مؤتمرين دوليين لوضع المبادئ العامة للمسموح به والممنوع في مثل هذه التجارب . ونتج عن هذه المبادئ العامة قواعد تشمل النواحي الفيزيائية (الطبيعية) والبيولوجية (الحيوية) التي تسمح بإجراء تجارب تنطوي على درجات متفاوتة من المخاطر . وتم حظر التجارب شديدة الخطورة حظرًا تامًّا .

تم اعتماد هذه المبادئ العامة طوعًا من جانب علماء الأحياء . وتم متابعتها منذ ذلك الحين ، مع مراعاة التغيرات التي كانت تحدث من وقت إلى آخر كرد فعل للاكتشافات الجديدة . ونتيجة لذلك لم تظهر أي مخاطر صحية في التجارب التي أجريت لمدة خمسة وعشرين عامًا . وهذا مثال ساطع للمواطنة المسئولة ، التي تبين أنه يمكن للعلماء حماية المواطن العادي من الأذى ، مع الاحتفاظ بحرية العلم .

أما تاريخ الأسلحة البيولوجية فهو قصة أكثر تعقيدًا ، كان لكل من الولايات المتحدة وبريطانيا والاتحاد السوفيتي برنامج كبير لتطوير وتخزين الأسلحة البيولوجية أثناء وبعد الحرب العالمية الثانية ، إلا أن هذه البرامج كانت مقيدة بالمقارنة مع الجهود الرئيسية لبرنامج تطوير الأسلحة النووية . وعلى عكس المعروف عن علماء الطبيعة الذين دفعوا برامج القنبلة النووية إلى الأمام

بحماس كبير ، فإن علماء البيولوجي لم يكونوا مشجعين للأسلحة البيولوجية ، ولم يكن للغالبية العظمى منهم علاقة بالأسلحة البيولوجية ، وحتى القليلين من هؤلاء العلماء الذين شاركوا في برنامج هذه الأسلحة كان معظمهم من المعارضين لها .

وكان أشد المعارضين لهذه الأسلحة البيولوجية في الولايات المتحدة ماثيو ميسيلسون Matthew Meselson ، الذي كان لحسن الحظ جار وصديق هنري كيسنجر Henry Kissinger عام 1968 ، وعندما أصبح نيكسون Nixon رئيسًا للولايات المتحدة ، وأصبح كيسنجر مستشارًا للأمن القومي للرئيس الأمريكي نيكسون ، انتهز ميسيلسون الفرصة لإقناع كيسنجر ، وبالتالي أقنع كيسنجر الرئيس نيكسون ، بأن برنامج الأسلحة البيولوجية الأمريكية أصبح أكثر خطورة على الولايات المتحدة من أي عدو آخر محتمل. فمن ناحية يصعب أن نتصور تحت أي ظرف من الظروف أن ترغب الولايات المتحدة في استخدام هذه الأسلحة . ومن ناحية أخرى ، كان من السهل أن نتصور ماذا سوف يحدث إذا وقعت بعض هذه الأسلحة في أيدي الإرهابيين .

وعلى ذلك ، أعلن نيكسون عام 1969م بجرأة أن الولايات المتحدة قامت بتفكيك كامل لبرنامج الأسلحة البيولوجية ،

وتدمير المخزون لديها من هذه الأسلحة . وكان هذا القرار من جانب واحد ، ولا يحتاج إلى أي اتفاق دولي ، أو التصديق عليه من مجلس الشيوخ الأمريكي . وهكذا توقف تطوير الأسلحة ، وتم تدمير الموجود منها . وسرعان ما حذت بريطانيا حذو الولايات المتحدة ، ووقعت عام 1972م – نتيجة لمبادرة نيكسون – اتفاقية دولية مع كل من الولايات المتحدة واتحاد الجمهوريات الاشتراكية السوفيتية ، وتم فرض حظر دائم على الأسلحة البيولوجية في الدول الثلاثة الموقعة على هذه الاتفاقية ، وفي وقت لاحق وقعت العديد من الدول الأخرى على الاتفاقية .

وكما هو معروف الآن ، فإن الاتحاد السوفيتي انتهك اتفاقية الأسلحة البيولوجية عام 1972م على نطاق واسع ، واستمر في تطوير أسلحة جديدة ، وظل مخزونه منها يتراكم حتى انهياره عام 1991 . وبعد انهيار الاتحاد السوفيتي أعلنت روسيا الانضمام إلى الاتفاقية ، كما أعلنت أن البرنامج السوفيتي قد توقف وبصورة نهائية ، إلا أن الكثير من مراكز الأبحاث والإنتاج السوفيتية القديمة لا تزال تختبئ وراء جدران السرية ، ولم تقدم روسيا قط إلى العالم أي دليل مقنع على أن البرنامج قد توقف . وهناك احتمال كبير أن المخزون من الأسلحة البيولوجية مازال موجودًا في روسيا وفي دول أخرى .

ومع ذلك ، فإن اتفاقية عام 1972 ما زالت سارية المفعول من الناحية القانونية ، ومعظم الدول قد وقعت عليها . وحتى لو لم يمكن إثبات الاتفاقية والتحقق منها ، وحتى لو كانت تنتهك ، فنحن الآن أفضل حالًا مع وجودها عن عدم وجودها . وبدون اتفاقية حظر إنتاج واستخدام الأسلحة البيولوجية ، لن يكون لنا أي سند قانوني للشكوى أو اتخاذ إجراءات وقائية ، وذلك عندما يكتشف أي برنامج للأسلحة البيولوجية في أي مكان من العالم . وفي وجود الاتفاقية ، لم يتم القضاء على خطر الأسلحة البيولوجية، ولكنها انخفضت بدرجة معنوية . ومرة أخرى ، كان لعلماء الأحياء بصفة عامة ، ولميسيلسون بصفة خاصة الفضل في إتمام هذا الإنجاز الكبير في العالم الحقيقي للسياسات الوطنية والمنافسات الدولية .

ويتعلق الجزء الأخير من ردي على بيل جوي بعلاج الأخطار التي نتفق جميعًا على وجودها . ولقد رد بيل قائلًا : «إن تدويل السيطرة على المعرفة ، والتخلي عن السعي إلى المعرفة ، تعتبر خطورة إتاحتها ووضعها تحت السيطرة أفضل من عدم إتاحتها» . ولقد دعا بيل إلى مشروع لفرض الرقابة على الاستعلام العلمي سواء من جانب السلطات الوطنية أم الدولية . وأنا أعارض هذا النوع من الرقابة . ويقال في كثير من الأحيان إن مخاطر التكنولوجيا الحيوية الحديثة لم

يسبق لها مثيل من الناحية التاريخية ، لأن الآثار المترتبة على دخول كائنات حية جديدة في العالم قد يكون بلا رجعة، وأعتقد أننا يمكننا العثور على نظير تاريخي جيد ، حيث تسعى الحكومة إلى التحذير من الأخطار التي نتعرض لها جميعًا .

ومنذ ثلاثمائة وتسعة وخمسين عامًا ، كتب الشاعر جون ميلتون John Milton خطابًا بعنوان «Areopagitica» إلى البرلمان الإنجليزي ، قال فيه إنه يدعو إلى حرية الطباعة غير المرخص لها ، وهذا يوحي إليّ بأن هناك تشابهًا بين القرن السابع عشر حيث الخوف من العدوى الأخلاقية التي تنقلها الكتب المفسدة للروح ، والقرن الحادي والعشرين ، حيث الخوف من العدوى المادية بالميكروبات المسببة للأمراض . وفي كلتا الحالتين ، كان الخوف لا أساس له ، أو غير منطقي .

وفي عام 1644م ، أثناء كتابة ميلتون لهذا التقرير ، كانت إنجلترا متورطة في حرب أهلية طويلة ودامية ، وكانت ألمانيا منغمسة في حرب الثلاثين عامًا التي مزقتها شر ممزق ، واستمرت لأربع سنوات أخرى . كانت حروب القرن السابع عشر حروبًا دينية ، حيث لعبت الاختلافات في العقيدة دورًا كبيرًا إلى حد بعيد . وفي ذلك القرن ، لم تكن الكتب وحدها المفسدة للأرواح ، وإنما أيضًا الهيئات المنحرفة . وقد تنبه البرلمان الإنجليزي إلى خطورة حرية تداول الكتب عبر العالم ، كخطر محدق لا يمكن تجاهله .

وأوضح ميلتون أن الأخطار لا تقبل بأي حال من الأحوال ، وإنني أؤيده فيما يقول ، وأعتقد أن رسالته ما زالت لها قيمة في وقتنا الحاضر ، وذلك عندما نستبدل كلمة «كُتب» بكلمة «تجارب» . وهنا يقول ميلتون :

أنا لا أنكر ، بل إنه من عظيم الشأن في الكنيسة والكومنولث ، أن يكون لدينا عين يقظة لتعرف كيف أن الكتب تحط من قدر أنفسها تماما كالرجال، وبعد ذلك يمكن حظرها ومنعها من التداول ، واتخاذ إجراءات حادة ضدها كأداة شريرة ... وإنني أعلم أن الكتب مفعمة بالحيوية ، وافرة للغاية. وهي مثل أسنان التنين الخرافية فأثناء صعودها وهبوطها قد يولد الرجال المسلحون .

وتعتبر أهم كلمة في بيان ميلتون هي «بعد ذلك » ، فالكتب لا ينبغي أن تدان وتحظر وتمنع من التداول إلا بعد أن تتسبب في بعض الأضرار . وما أوضحه ميلتون هو عدم قبوله للرقابة المسبقة، وحجب الكتب عن ضوء النهار . وبعد ذلك وصل ميلتون إلى لب الموضوع وهو صعوبة تنظيم «أمور مشكوك فيها ولا زالت تعمل حتى تلك اللحظة سواء للخير أم للشر» :

لنفترض أننا يمكننا منع خطيئة ما عن طريق هذه الوسائل ، لكن انظر كم من الخطايا يمكن منعها ، بقدر ما نمنع من فضائل، فالأمر هنا واحد ومتساوٍ ، فإن أزلت إحداهما أزلتهما معًا بنفس القدر .

وهذا يبرر العناية الإلهية ، فمن خلال أوامر الله لنا بالاعتدال ، والعدل ، والزهد ، فإنه يغدق علينا من جميع الأشياء التي نرغبها ، وقد منحنا العقل

> الذي يتيح لنا التجول فيما وراء المحدود . فلماذا نغالي في التعامل مع الأشياء على نحو مخالف لله وللطبيعة ، وذلك عن طريق اختصار أو تحديد تلك الوسائل التي تسمح بها الكتب بحرية ، ومحاكمة الفضيلة ، وممارسة الحقيقة؟ وسيكون من الأفضل القيام به لمعرفة أن القانون يجب أن يكون عبثيًا لكي يقوم بمنع الأشياء دون أن يكون واضحًا له إن كان عملًا خيِّرًا أم شريرًا .

ويعبر عرضي الأخير عن زهو ميلتون الوطني بمجال الحيوية الفكرية في إنجلترا خلال القرن السابع عشر ، هذا الاعتزاز الذي جعل للأمريكيين في القرن العشرين سببًا وجيهًا للمشاركة فيه .

> يرى مجلس اللوردات ومجلس العموم في إنجلترا ، أن الأمة هي أنتم ، وأنتم تمثلون الحكام ، وأنتم أمة ليست متبلدة العقل ، ولا كسولة ولا عديمة الإحساس ، ولكنها أمة ذكية ، بارعة ، ذات روح مدركة ، قادرة على الابتكار ، مهذبة الحديث ، لا تتوانى عن الوصول إلى أقصى القدرات البشرية التي يمكن الوصول إليها . وأنه من العبث أن نرسل كل عام Transylvanian بعيدًا إلى المناطق الجبلية على الحدود الروسية ، أو ما وراء المناطق البرية في Hercynian ، ليس شبابهم ولكن رجالهم البالغين ، لتعلم لغتهم وفنونهم اللاهوتية .

ربما على أي حال – ونحن نجاهد للتعامل مع المشاكل الدائمة للتوفيق بين الحرية الفردية وسلامة الوطن ، فإن الحكمة المأخوذة من شاعر كبير توفي قبل أكثر من ثلاثمائة عام ، قد تكون مفيدة .

كانت هذه هي نهاية المناقشة ، وأنا لا أجري تصويتًا لتحديد الفائز ، ولكن الغرض من هذه المناقشة هو التثقيف وليس الفوز . وما زلت أنا وبيل جوي أصدقاء .

5

يا له من عالَم !

يا لها من متعة أن تقرأ كتابًا زاخرًا بالحقائق عن كوكبنا ، والحياة التي عملت على تحوله! كتبه مؤلف لا يسمح بحجب الحقائق ، أو أن تلقي السياسة بظلالها عليها . كان فاكلاف سميل Vaclav Smil يدرك جيدًا النزاعات السياسية التي تدور رحاها الآن حول الآثار الناجمة عن الأنشطة البشرية على المناخ والتنوع الحيوي (البيولوجي) ، ولكنه في كتابه «النطاق الحيوي للأرض : التطور والقوى المحركة والتغير[1] : The Earth's Biosphere : Evolution, Dynamics and Change » لم يولِ هذه النزاعات السياسية اهتمامًا أكبر مما تستحقه .

ويؤكد سميل في كتابه أن هناك فجوات هائلة في معرفتنا ، وقلة في ملاحظاتنا ، وسطحية في نظرياتنا . ودعا إلى الانتباه إلى جوانب

(1) صادر عن MIT Press عام 2002 .

كثيرة من تطور كوكبنا والتي نفهم القليل منها ، كما يجب علينا أن نفهم على نحو أفضل قبل أن نتمكن من التوصل إلى التشخيص الدقيق للظروف الحالية لكوكبنا . وعندما نحاول العناية بالكوكب، تمامًا كما نهتم بمريض من بني البشر ، فإنه لابد من تشخيص المرض قبل أن يتم العلاج .

يتناول الكتاب موضوعين : أحدهما رئيسي والآخر ثانوي . أما الموضوع الرئيسي فهو وصف للنطاق (المحيط) الحيوي . ويقصد بالنطاق الحيوي الشبكة التفاعلية للنباتات والصخور والفطريات والتربة والحيوانات والمحيطات والكائنات الحية الدقيقة (الميكروبات) والهواء ، والتي تشكل مواطن الحياة على الكوكب . ولكي نفهم النطاق الحيوي ، فإنه من الضروري أن ننظر إليه من كلا الجانبين ، من أسفل كعدد وافر من التفاصيل ، ومن أعلى كمنظومة واحدة متكاملة .

ويتناول هذا الكتاب عرضًا شاملًا للتفاصيل الحيوية (البيولوجية) ، وموجزًا للدورات العالمية للمادة والطاقة التي تربط النظام بعضه ببعض . وكل تفصيلة وكل دورة موثقة بالمراجع العلمية والتقنية . وهناك أربعون صفحة من المراجع ذات العلاقة بالموضوع ، تحتوي على أكثر من ألف مرجع ، بدءًا من كتاب جون راي John Ray الصادر عام 1686 بعنوان «تاريخ النباتات History of Plants» ، إلى التقرير الصادر عام 2001 الذي يتضمن

البرنامج الحكومي الدولي للتغير المناخي . وسوف تجعل المراجع العلمية هذا الكتاب عملًا مفيدًا كمرجع للطلاب والمعلمين . ويمكن للمواطنين العاديين قراءة هذا الكتاب ، وإن لم يكونوا طلابًا ولا معلمين ، ولكنهم مهتمون بالمشاكل البيئية .

أما الموضوع الثانوي لهذا الكتاب فهو عرض لسيرة حياة وعمل فلاديمير فيرنادسكي Vladimir Vernadsky ، وهو ليس أول من وضع مصطلح النطاق الحيوي ، ولكنه أول من جعل هذا المصطلح مفهومًا أساسيًّا لتوحيد دراسة الأرض مع دراسة الحياة . ولقد تم تكريم فيرنادسكي في روسيا كإحدى الشخصيات القيادية العلمية في القرن العشرين ، بينما لا يكاد اسمه يكون معروفًا في الغرب .

وكان فاكلاف سميل جسرًا بين الشرق والغرب، فلقد تعلم في براغ ، وعاش في كندا ، واستخدم هذا الكتاب كفرصة ليعيد فيرنادسكي إلى الحياة ، ولكي يدرك الغرب أفكاره . وكل فصل من فصول هذا الكتاب يبدأ بفقرة مقتبسة من كتاب فيرنادسكي «النطاق الحيوي The Biosphere» ، الذي لخص فيه أفكاره ، وكتبه لجمهور عريض من القراء . جاء الفصل الأول بعنوان «تطور الفكرة» يبدأ فيرنادسكي بقوله : «هناك طابع جديد تضفيه على كوكب الأرض قوة كونية قوية ، فالإشعاعات التي تسقط على الأرض تؤثر على النطاق الحيوي تأثيرات غير معروفة على سطح كوكب الأرض غير المأهول ، وهذا بدوره يحول وجه الأرض» .

أما الفصل الأخير من الكتاب ، فإنه بعنوان «الحضارة والنطاق الحيوي» ويبدأ بفقرة مقتبسة : «الإنسان وحده هو الذي ينتهك النظام القائم» . ومعنى هذه الفقرة يكون أكثر وضوحًا عندما نضعه في سياقه ، فالإنسان ينتهك النظام القائم ليس فقط عن طريق حرق الفحم والنفط ، ولكن عن طريق الزراعة وإزالة الأعشاب الضارة. وإليك ما كتبه فيرنادسكي :

في المناطق المزروعة ، ونتيجة لمجهود كبير ، يمكن للإنسان المتحضر حماية محاصيله من الحشائش الضارة التي تنمو وتنتشر في كل مكان . وقبل ظهور الإنسان على الأرض ، كان الغطاء النباتي يغطي كل مكان من سطح الأرض ووصل في نموه إلى أقصى درجاته ، وأوجد حالة من التوازن ، عبر قرون من النمو . هذه الحالة يمكن أن نراها في السهوب البكر التي ما زالت موجودة في أجزاء من روسيا ... وبقدر ما يمكن أن تراه العين ، فإنه لا يوجد سوى نموات من عشب الريش **Feather grass** ، يغطي سطح الأرض تمامًا ، ويحميها من حرارة الشمس ، بينما تستفيد النباتات الحزازية والأشنات من الماء الموجود في التربة ، وتظل خضراء اللون خلال حرارة فصل الصيف تحت ظلال أوراق النباتات .

وينتهك الإنسان وحده هذا النظام القائم ، وعن طريق الزراعة، يقلب التوازن .. إنه يرى ذلك عندما تفرض عليه ضغوط الحياة الدفاع عن الحقول التي يرغب في زراعتها ، وإنه يرى - أيضًا - عندما يراقب الطبيعة فيما يحيط به من العالم بعيون يقظة ، حربًا خفيفة ، صامتة ، لا ترحم من أجل وجود كل ما حوله من جانب النباتات الخضراء . وإحساسًا بذلك ، عاش تجربة الاعتداء على الغابات ومناطق السهوب البرية ، وكذلك الخنق التدريجي للغابات عن طريق المد المتزايد من الأشنات من مناطق التندرا .

في هذه الكلمات ، نسمع صوت فيرنادسكي يتحدث مثل الدكتور ميخائيل استروف Mikhail Astrov في مسرحية تشيخوف Chekhov «الخال فانيا Uncle Vanya» . كان بيانه عن الوقائع دقيقًا للغاية ، ولكنه عبر عنه بلغة مسرحية وشعرية . وقد عاصر كل من فيرنادسكي وتشيخوف بعضهما البعض ، وينتمي كل منهما إلى دائرة المثقفين الفلاسفة ، التي صورها تشيخوف في مسرحياته بشكل محزن . وكان لفيرنادسكي نفس السمات الشخصية لتشيخوف ، وهو ما جعله باحثًا من الطراز العالمي .

كان فيرنادسكي عالمًا يبحث في مجال الكيمياء الجيولوجية geochemist ، وُلد عام 1863 في كييف Kiev ، وكان أبوه أستاذًا في الاقتصاد السياسي . وفي عام 1889 ، عمل فيرنادسكي كطالب مع بيير كوري Pierre Curie في باريس ، وفي عام 1902 أصبح أستاذ كرسي في جامعة موسكو . وبعد الثورة الروسية الأولى عام 1905 ، أجبرت الثورة القيصر على أن يشاركه في الشئون الحكومية مجلس تشريعي نيابي يسمى مجلس الدوما Duma .

كان فيرنادسكي شخصية سياسية هامة ، وأحد مؤسسي الحزب الديمقراطي الدستوري ، الذي يعرف اختصارًا بالحروف Kadet . لقد حاول هذا الحزب أن يوفر معارضة موالية كانت روسيا في حاجة ملحة لها لتحقيق إصلاح سياسي واسع النطاق دون إراقة

الدماء . وللأسف ، فإن أغلبية المثقفين كانوا مؤيدين للأحزاب الاجتماعية الثورية ، ولم يكونوا يؤمنون بالإصلاح التدريجي .

وخلال السنوات من 1908 إلى 1918 ، ظل فيرنادسكي عضوًا في اللجنة المركزية للحزب الديمقراطي الدستوري Kadet ، مكافحًا من أجل إقامة حكومة ديمقراطية في روسيا ضد معارضة مريرة من بيروقراطيِّ القيصر على اليمين ، ومن الثوريين الاجتماعيين على اليسار . وبعد قيام الثورة البلشفية ، تم إعدام معظم قادة الحزب الديمقراطي الدستوري ، بينما صُفح عن فيرنادسكي لأنه كان عالمًا شهيرًا ، وكان له بعض الأصدقاء في الحاشية القريبة من لينين ، إلا أن حياته السياسية كانت قد انتهت .

أمضى فيرنادسكي بضع سنوات في المنفى في باريس ، حيث قام بإلقاء محاضرات في جامعة السوربون في مجال الكيمياء الجيولوجية، وألف كتابًا بعنوان «النطاق الحيوي The Biosphere» عام 1926 ، وكان عمره حينذاك 62 عامًا ، وعاد بسلام إلى روسيا ونشر الكتاب في لينينجراد . ورفض فيرنادسكي الانضمام إلى الحزب الشيوعي ، وعاش حتى عام 1945 بوصفه أحد كبار رجال الدولة في العلوم السوفيتية .

ظلت تخصصات علوم الأحياء والكيمياء الجيولوجية في روسيا موحدة ، مع رؤية فيرنادسكي للنطاق الحيوي باعتباره موضوعًا

رئيسيًّا . وبعد وفاة فيرنادسكي استمر الاهتمام بقراءة ودراسة كتبه وأبحاثه . وكان هدف علماء الأحياء (البيولوجي) الروس هو فهم الحياة من خلال إدماجها بالمجتمعات البيئية ، وتعاقب الظواهر الخاصة بكوكب الأرض . وفي ذات الوقت ، تطور علم الأحياء في الغرب في اتجاه محدد للغاية ، يهدف إلى فهم الحياة عن طريق اختصارها إلى جينات وجزيئات . وحقق هذا الاتجاه نجاحًا هائلًا، وسيطر على تفكير علماء الأحياء (البيولوجي) الغربيين .

وليس هناك في الحقيقة تعارض بين الاختزال reduction وعلم الأحياء المتكامل integrative biology ، فكل من الجينات والجزيئات والظروف البيئية والنطاقات الحيوية هي جميعها أجزاء أساسية من العالم الذي نعيش فيه . ولكي نفهم عالمنا جيدًا ، فإن هناك حاجة لكلا النوعين من دراسة علم الأحياء . ولو لم يلوث العلم بالسياسة ، لكان كل النهج الاختزالي والتكاملي لعلم الأحياء في الغرب والشرق قد اختلطا معًا على مدى عمر فيرنادسكي ودُمجا معًا في نظرة متوازنة للنطاق الحيوي .

إلا أنه في ثلاثينيات القرن العشرين ، تم تدمير علم الأحياء (البيولوجي) في الاتحاد السوفيتي عن طريق حملة تروفيم ليسينكو Trofim Lysenko الشديدة ضد قانون مندل للوراثة Mendelian Genetics . وكان علم الأحياء الاختزالي reductionist biology

في روسيا محظورًا ، وفي الغرب انفصلت التقاليد الروسية لعلم الأحياء المتكامل نظرًا لموافقة ليسينكو Lysenko عليه .

أما في الغرب ، فقد تم تجاهل أفكار فيرنادسكي ، وكانت كتبه غير مقروءة . ولم تُنشر الترجمة الكاملة لكتابه «النطاق الحيوي» إلى اللغة الإنجليزية إلا عام 1998[1] ، بعد سبعين عامًا من هيمنة نهج علم الأحياء الاختزالي ، وتبدو لغة فيرنادسكي الآن جذابة وقديمة.

أحد أعظم الأحداث التي كان من الممكن أن تقع في تاريخ العالم ، وكان من الممكن أن تظهر إذا كان رجال الدولة في أوربا لديهم الحكمة للتعامل سلميًّا مع أزمة صربيا عام 1914 ، ولو لم تحدث الحرب العالمية الأولى ، فإن النمو الاقتصادي السريع الذي عايشته روسيا خلال السنوات 1905 إلى 1914 كان من المحتمل أن يستمر . وربما ظل البلشفيون مجموعة صغيرة من الخارجين عن القانون ، دون أن يكون لهم أنصار على نطاق واسع ، ولن تتاح لهم الفرصة للاستيلاء على السلطة . وربما تطورت حكومة القيصر إلى نظام ملكي دستوري ، وربما ظهر الحزب الديمقراطي الدستوري Kadet كزعيم للنظام البرلماني الليبرالي . في هذا العالم التخيلي ، ربما

(1) V.I. Vernadsky. The Biosphere.
ترجمة D.B. Langmuir ، الناشر Copernicus عام 1998 .

كان فيرنادسكي سيصبح رئيسًا للوزراء في روسيا ، موجهًا بلاده على طريق التطور الاقتصادي والعلمي ، وصولًا إلى الاندماج الكامل في المجتمع العالمي .

وبعد قراءتي لبعض كتابات فيرنادسكي ، كان لديّ بعض الشك في أنه سوف يختار الاستمرار كسياسي إذا أتيحت له الفرصة. وحينذاك فإنه لن يكون لديه الوقت لاستئناف العمل الذي قام به بوصفه عالـمًا ، ولن يقوم بتأليف كتابه «النطاق الحيوي» . وبدلًا من أن يؤسس فرعًا جديدًا في العلم ، فربما كان المنقذ لبلاده .

ومن فيرنادسكي وأحلامه ، فإنني أنتقل الآن إلى الموضوع الرئيسي لكتاب سميل ، وهو موضوع صعوبة فهم سلوك النطاق الحيوي على نطاق عالمي ، حتى أن العمليات غير الحيوية التي تتحكم في كل من الطقس والمناخ من الصعب فهمها . والأكثر صعوبة هو تلك العمليات الحيوية التي تتحكم في خصوبة الغابات والمحيطات . وكمثال لتوضيح تلك الصعوبات ، فإنني أنظر إلى العوامل المؤثرة على النطاق الحيوي ، مثل ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي . وهذا هو أحد الموضوعات التي تناولها سميل في كتابه ، إلا أن المراجع - وليس المؤلف - هي المسئولة عن التركيز عليه هنا . وكنتيجة لحرق الفحم والنفط ، فإن قيادة السيارات

وغيرها من الأنشطة البشرية ، يعمل على زيادة ثاني أكسيد الكربون في الجو بمعدل يبلغ حوالي نصف في المائة كل سنة.

ويتفق الجميع على أن زيادة ثاني أكسيد الكربون تؤدي إلى نتيجتين هامتين ، الأولى أن غاز ثاني أكسيد الكربون هو غاز الصوبات الزجاجية ، فهو يسمح لأشعة الشمس بالنفاذ ، ولكنه معتم جزئيًّا للإشعاع الحراري الذي يحمل الطاقة من سطح الأرض إلى الفضاء الخارجي . والنتيجة الثانية هي أن ثاني أكسيد الكربون هو أحد المغذيات الأساسية للنباتات على اليابسة وفي المحيطات ، وتسبب زيادة ثاني أكسيد الكربون تغيرات سواء في نقل الطاقة عبر الغلاف الجوي ، أم في نمو وتكاثر النباتات . وتختلف الآراء حول سؤالين حاسمين : أيهما أكثر أهمية التأثيرات الطبيعية (الفيزيائية) أم الحيوية لغاز ثاني أكسيد الكربون ؟ هل هذه التأثيرات - سواء منفصلة أم مجتمعة - مفيدة أم ضارة ؟

ويلخص سميل في الفصلين الأخيرين من كتابه الأدلة التي تجيب على هذين السؤالين ، إلا أنه لم يجب بنفسه عليها .

وتشاهد التغيرات الفيزيائية (الطبيعية) لثاني أكسيد الكربون في سقوط الأمطار ، ووجود السحب ، وقوة الرياح ، ودرجة الحرارة، والتي عادة ما تجمع معًا في عبارة مضللة هي «الاحترار العالمي

global warming » . هذه العبارة مضللة لأن الاحترار يتسبب عن الاحتباس الحراري greenhouse effect ، الناتج عن زيادة ثاني أكسيد الكربون ، وهذه الزيادة ليست موزعة بالتساوي . ففي الهواء الرطب ، يكون تأثير ثاني أكسيد الكربون على نقل الحرارة عن طريق الإشعاع أقل أهمية ، ويفوقه في الأهمية ظاهرة الاحتباس الحراري لبخار الماء . وتأثير ثاني أكسيد الكربون يكون أكثر أهمية عندما يكون الهواء جافًا ، ويوجد الهواء الجاف عادة في المناطق الباردة . وتحدث ظاهرة الاحتباس الحراري أساسًا عندما يكون الهواء باردًا وجافًّا ، بصفة رئيسية في منطقة القطب الشمالي وليس في المناطق الاستوائية ، وفي فصل الشتاء وليس في فصل الصيف ، وفي الليل أكثر مما تعمل على النهار . وتعمل هذه الظاهرة على جعل المناطق الباردة أكثر دفئًا ، أكثر مما تعمل على جعل المناطق الدافئة أكثر سخونة .

ولكي نمثل ارتفاع درجة الحرارة محليًّا بالمتوسط العالمي ، فإن ذلك يعطي نتائج مضللة ؛ لأن المتوسط العالمي هو جزء من درجة الحرارة ، بينما ارتفاع درجة الحرارة المحلي في مناطق خطوط العرض العليا أكبر من ذلك بكثير . كما أن التغيرات في سقوط الأمطار المحلية ، سواء بالزيادة أم بالنقصان ، عادة ما تكون أكثر أهمية من التغيرات في درجات الحرارة . ومن الأفضل استخدام عبارة تغير المناخ climate change بدلًا من الاحترار العالمي

global warming لوصف الآثار الفيزيائية (الطبيعية) لثاني أكسيد الكربون .

أما التأثيرات الحيوية (البيولوجية) لثاني أكسيد الكربون على النباتات ، فإنه يمكن ملاحظتها على صورة تغيرات في معدل النمو، والنسبة بين المجموع الخضري والمجموع الجذري ، والاحتياجات المائية التي تختلف تبعًا لاختلاف الأنواع ، ويمكن أن تؤدي إلى نوبات من التوازن البيئي من نوع واحد من العشيرة النباتية إلى نوع آخر . وسوف تؤدي التأثيرات على العشائر النباتية إلى حدوث تأثيرات أخرى على عشائر الميكروبات والحيوانات التي تعتمد على تلك العشائر النباتية . ومن الصعب قياس التأثيرات الحيوية ، ولكن من المحتمل أن تكون كبيرة . وتوضح التجارب التي أجريت داخل الصوبات الزراعية باستعمال جو مزود بنسبة عالية من ثاني أكسيد الكربون أن محصول بعض النباتات الاقتصادية زاد مع الجزر التربيعي لثاني أكسيد الكربون ، وإذا كان ذلك حقيقيًّا بالنسبة إلى نباتات المحاصيل الرئيسية التي نمت في الهواء الطلق ، فإن هذا قد يعني أن نسبة 30% الزائدة في ثاني أكسيد الكربون الناتجة عن حرق الوقود الحفري على مدى الستين عامًا الماضية ، قد أسفرت عن زيادة 15% من الإمدادات الغذائية في العالم . وهناك زيادة مماثلة قد حدثت في العالم من إنتاج الكتلة الحيوية من جميع أنواع الكائنات الحية . ويقصد بكلمة

الكتلة الحيوية biomass الكائنات الحية من نباتات وحيوانات وميكروبات، بالإضافة إلى المخلفات العضوية التي تتخلف عن هذه الكائنات كمواد إخراجية، أو عند موتها. ويتضمن الفصل السابع من كتاب سميل مسحًا شاملًا لمختلف أنواع الكتلة الحيوية التي تحرك الإيقاعات الموسمية للنطاق الحيوي.

إننا لا نعرف ما إذا كانت زيادة غلة المحصول قد لوحظت في النباتات المنزرعة داخل الصوبات الزراعية مع زيادة ثاني أكسيد الكربون أم لا، وكذلك في النباتات المنزرعة في الحقول المفتوحة. وهناك عوامل محددة لغلة المحاصيل الزراعية غير وفرة ثاني أكسيد الكربون. وأحد هذه العوامل التي نعلم أنها محددة لنمو النبات، هو وفرة الماء. فإذا كانت إمدادات الماء هي العامل المحدد - كما يحدث في كثير من الأحيان في أوقات الجفاف - فإن زيادة ثاني أكسيد الكربون قد تكون مفيدة. فالفتحات الصغيرة الموجودة في أوراق النباتات (الثغور) تظل مفتوحة للحصول على ثاني أكسيد الكربون من الجو، إلا أن النبات يفقد 100 جزيء من الماء من خلال هذه الفتحات مقابل الحصول على جزيء واحد من ثاني أكسيد الكربون. وهذا يعني أن زيادة ثاني أكسيد الكربون في الجو تسمح للنبات بإغلاق تلك الفتحات (الثغور) جزئيًا، وهذا يقلل من فقد الماء. وفي الظروف الجافة، فإن زيادة ثاني أكسيد الكربون تصبح موفرة للمياه، وتعطي للنبات فرصة أفضل للنمو.

ويرجع السبب الأساسي الذي جعل ارتفاع نسبة ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي أمرًا بالغ الأهمية لعلم الأحياء إلى قلة نسبته في الجو ، فحقل من الذرة الشامية ينمو في منتصف النهار تحت أشعة شمس ساطعة يستهلك كل ثاني أكسيد الكربون بارتفاع متر واحد عن سطح الأرض في نحو خمس دقائق . فلو لم يكن الهواء حول هذه النباتات دائم التحرك بواسطة الرياح ، وتيارات الحمل الحراري ، فإن نباتات الذرة الشامية لن تكون قادرة على النمو . وإجمالي ما يحتويه الهواء الجوي من ثاني أكسيد الكربون – إذا ما تحول إلى كتلة حيوية – يستطيع أن يغطي سطح القارات إلى عمق أقل من بوصة . وحوالي عشر كمية ثاني أكسيد الكربون الموجودة في الجو تتحول فعلًا إلى كتلة حيوية كل صيف ، وتعود مرة أخرى إلى الهواء الجوي كل خريف . وهذا يفسر كيف أن تأثير حرق الوقود الحفري لا يمكن فصله عن نمو النباتات وتحلل المادة العضوية .

وهناك خمسة مستودعات من الكربون يمكن الوصول إليها بيولوجيًا في مدة زمنية قصيرة ، ناهيك عن الصخور الكربونية وأعماق المحيطات ، التي يمكن الوصول إليها على فترة زمنية طويلة تمتد لآلاف السنين . والمستودعات الكربونية الخمسة هي الغلاف الجوي ، والنباتات الأرضية ، والتربة السطحية التي تنمو

فيها النباتات ، والطبقة السطحية من المحيط التي تنمو فيها النباتات ، واحتياطي العالم من الوقود الحفري .

ويعتبر الغلاف الجوي أصغر مستودع كربوني ، بينما الوقود الحفري أكبرها ، وهذه المقارنة بين مستودعات الكربون من ناحية الحجم ، وهي جميعها تتفاعل بقوة فيما بينها . ولفهم أي مستودع منها ، فإنه من الضروري أن نفهمها جميعًا ، وهذا هو السبب في أن بيئة الكوكب ليست علمًا دقيقًا محددًا مثل علم الكيمياء .

وكمثال للطريقة التي قد تتفاعل بها مستودعات ثاني أكسيد الكربون المختلفة مع بعضها البعض ، ننظر إلى الغلاف الجوي والطبقة السطحية من التربة . وتوضح التجارب التي أجريت داخل الصوبات الزراعية أن العديد من النباتات التي تنمو في أجواء غنية بثاني أكسيد الكربون تزيد فيها نسبة المجموع الجذري عن المجموع الخضري ، ويعني هذا أن النباتات تتجه في نموها إلى تكوين جذور أكثر ومجموع خضري - كالسيقان والأوراق - أقل. وهذا الاتجاه في رد فعل النبات متوقع ؛ لأن النباتات تعمل على الاحتفاظ بالتوازن بين الأوراق التي تجمع ثاني أكسيد الكربون من الجو والجذور التي تمتص العناصر المغذية من التربة . ولقد أثرت زيادة ثاني أكسيد الكربون في هواء الصوبة على التوازن بحيث إن النباتات كانت تحتاج إلى مساحة ورقية أقل ، ومسطح جذري

أعـلى. وإذا نظرنـا إلى مـا يحـدث للمجمـوع الجـذري والمجمـوع الخـضري عنـدما ينتهـي موسـم نمـو النباتـات ، وعنـدما تـسقط الأوراق وتموت النباتـات ، فـإن الكتلـة الحيويـة المتكونـة تتحلـل وتتغذى عليها الفطريات والكائنات الحيـة الدقيقـة (الميكروبـات) الأخرى . وتعود بعض نـواتج تحلـل الكتلـة الحيويـة إلى الغـلاف الجوي ، وبعضها يتحول إلى مادة عضوية في التربة السطحية .

وفي المتوسط ، فإن معظم النموات النباتيـة فـوق سـطح التربـة سوف تعود عند تحللها إلى الغلاف الجوي ، ومعظم النموات تحت سـطح التربـة سـوف تبقـى في التربـة الـسطحية ، وعـلى ذلـك ، فالنباتات التي تـزداد فيهـا نـسبة المجمـوع الجـذري إلى المجمـوع الخضري سوف تسبب زيادة في النقل الإجمالي للكربون مـن الهـواء الجـوي إلى التربـة الـسطحية . وإذا كانـت الزيـادة في ثـاني أكـسيد الكربون في الغلاف الجوي الناتجة عن حـرق الوقـود الحفـري قـد أدت إلى زيـادة في متوسـط نـسبة المجمـوع الجـذري إلى المجمـوع الخضري للنباتات النامية في مناطق واسـعة ، فـإن الأثـر المحتمـل لذلك على مستودع التربة السطحية من الكربون لن يكون صغيرًا . وليس لدينا - في الوقت الحاضر - طريقة لقياس أو حتى لتخمـين مقدار هذا التأثير . وإجمالي الكتلة الحيوية مـن التربـة الـسطحية في الولايات المتحدة لا يمكن قياسها ، إلا أن الحقيقة القائلة بأن التربة السطحية غير قابلة للقياس لا تعني أنها ليست هامة .

وبصفة عامة ، فإن نصف الولايات المتجاورة من الولايات المتحدة الأمريكية ، ماعدا ألاسكا وهاواي ، تتكون من جبال وصحاري ومواقف للسيارات ومباني وطرق سريعة ، أما النصف الآخر فهو مغطى بالنباتات والتربة السطحية . انظر فقط إلى مدى أهمية وجود زيادة غير قابلة للقياس من التربة السطحية ، ودعونا نتصور أن زيادة نسبة المجموع الجذري إلى المجموع الخضري للنباتات قد يسبب زيادة نهائية في متوسط الكتلة الحيوية للتربة السطحية بمقدار عشر بوصات سنويًا في مساحة تزيد عن نصف مساحة الولايات المتجاورة . وبعملية حسابية بسيطة يتبين أن كمية الكربون التي تم نقلها من الغلاف الجوي إلى التربة السطحية ستكون 5 بلايين طن سنويًا . وهذه الكمية المقدرة أكبر من كمية الزيادة في ثاني أكسيد الكربون المقدرة في الهواء الجوي ، والتي تقدر بأربعة بلايين طن سنويًا . وعلى ذلك فإن الزيادة في ثاني أكسيد الكربون في الهواء الجوي المغلف لسطح الأرض بكامله يمكن أن تلغى بزيادة الكتلة الحيوية في التربة السطحية بعمق عشر بوصات سنويًا على مساحة تقدر بنصف الولايات المتجاورة من الولايات الأمريكية .

وهذه الزيادة التي تقدر بعشر بوصات سنويًا من الكتلة الحيوية في التربة السطحية سيكون من الصعب للغاية قياسها . ونحن لا نعرف – في الوقت الحاضر – ما إذا كانت التربة السطحية من الولايات المتحدة قد زادت بها الكتلة الحيوية أم نقصت . وفي باقي

أنحاء العالم ، ونظرًا لإزالة الغابات وتآكل التربة السطحية على نطاق واسع ، فربما يكون المستودع الكربوني (الكتلة الحيوية) في التربة السطحية في تناقص .

ونحن أيضًا لا نعلم ما إذا كانت الإدارة الذكية للأراضي يمكنها ضمان زيادة المستودع الكربوني في التربة السطحية إلى أربعة بلايين طن من الكربون سنويًّا ، وهي الكمية اللازمة لوقف زيادة ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي . وكل ما يمكننا قوله هو أن هذا يوضح الإمكانية النظرية التي تحتاج منا إلى بحث جدي .

وثمة مشكلة أخرى أشار إليها سميل يجب أن تؤخذ على محمل الجد ، وهي الارتفاع البطيء لمستوى سطح البحر ، وهو ما يمكن أن يصبح كارثة إذا استمر على معدل أعلى وبسرعة أكبر . ونحن لدينا قياسات دقيقة عن مستوى سطح البحر تعود إلى 200 سنة مضت ، يلاحظ فيها ارتفاع مطرد في الفترة من عام 1800 حتى وقتنا الحاضر ، مع تسارع في ارتفاع مستوى سطح البحر خلال السنوات الخمسين الأخيرة . ومن المعتقد على نطاق واسع أن التسارع الذي شوهد مؤخرًا هو نتيجة للأنشطة البشرية ؛ لأنه تزامن مع الزيادة السريعة لثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي ، إلا أن ارتفاع مستوى سطح البحر خلال الفترة من عام 1800م إلى عام 1900م قد لا يكون نتيجة للأنشطة البشرية ، فحجم الأنشطة

الصناعية في القرن التاسع عشر لم تكن كبيرة بما يكفي ليكون لها تأثيرات عالمية يمكن قياسها .

ويعزى الجزء الأكبر من الارتفاع الملحوظ في مستوى سطح البحر إلى أسباب أخرى ، وأحد هذه الأسباب المحتملة هو بطء تعديل شكل الأرض مع اختفاء الغطاء الجليدي للقطب الشمالي في نهاية العصر الجليدي ، منذ نحو 12 ألف سنة . وهناك سبب آخر محتمل هو ذوبان الأنهار الجليدية glaciers على نطاق واسع ، والتي بدأت قبل وقت طويل من التأثيرات البشرية على المناخ . ومرة أخرى ، فهناك خطر بيئي لا يمكن التنبؤ بمقداره حتى نعرف الكثير عن أسبابه .

والسبب المحتمل الأكثر إزعاجًا لارتفاع مستوى سطح البحر هو التفكك السريع للغطاء الجليدي في غرب المنطقة القطبية الجنوبية ، التي هي جزء من قارة أنتاركتيكا Antarctica ، التي يمتد عمق الجليد فيها كثيرًا تحت مستوى سطح البحر . وقد تؤدي زيادة حرارة البحار حول حافة قارة أنتاركتيكا إلى تآكل الغطاء الجليدي من أسفل ، مسببًا انهياره في مياه المحيط . وإذا تفكك الجزء الغربي من قارة أنتاركتيكا بكامله بسرعة ، فهذا من شأنه أن يؤدي إلى ارتفاع مستوى سطح البحر بمقدار خمسة أمتار ، مسببًا آثارًا مدمرة على بلايين البشر . غير أن القياسات الأخيرة للغطاء

الجليدي تظهر أنها لا تفقد الكثير من حجمها بسرعة تكفي لمساهمة كبيرة في الوقت الحاضر للارتفاع الملحوظ في مستوى سطح البحر. ويبدو أن درجة حرارة البحار حول قارة أنتاركتيكا تسبب زيادة في سقوط الثلج على الغطاء الجليدي بصفة عامة، وهو ما يلغي خطر تناقص حجم الجليد الناتج عن تآكل حواف القارة المتجمدة. وهذا جانب آخر من الحالة التي لا نعرف فيها كم من التغير البيئي ناتج عن الأنشطة البشرية، وكم منها ناتج عن العمليات الطبيعية طويلة الأجل التي لا يمكننا السيطرة عليها.

وهناك خطر بيئي آخر كان أيضًا مفهومًا بدرجة محدودة، هو احتمالية قدوم عصر جليدي جديد، وهذا يعني دفن نصف قارة أمريكا الشمالية ونصف قارة أوربا تحت طبقات جليدية ضخمة. ونحن نعلم أن ثمة دورة طبيعية ظلت تعمل طوال الـ 800 ألف سنة الأخيرة من عمر الأرض، وتبلغ مدة الدورة الواحدة 100 ألف سنة، وتمر الأرض كل 100 ألف سنة بعصر جليدي يستمر لنحو 90 ألف سنة، تتبعه فترة دافئة بين جليدية تستغرق حوالي 10 آلاف سنة. ونحن نعيش في وقتنا الحاضر في الفترة الدافئة التي بدأت منذ 12 ألف سنة، وبذلك يكون العصر الجليدي التالي قد طال انتظاره. وإذا لم تكن الأنشطة البشرية قد أدت إلى اضطراب المناخ، لكان العصر الجليدي الجديد قد بدأ بالفعل، أو لعله قد يبدأ خلال عدة آلاف من السنوات القادمة. ونحن لا ندري كيف

نجيب على السؤال الأهم : هل حرقنا للوقود الحفري جعل ظهور العصر الجليدي القادم أكثر أم أقل احتمالًا ؟

وهناك أسباب وجيهة على جانبي هذه المسألة ، فعلى الجانب الأول ، نحن نعلم أن مستوى ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي كان أقل بكثير خلال العصور الجليدية في الماضي مما كان عليه خلال الفترات الدافئة ، لذا فمن المعقول أن نتوقع أن الارتفاع المصطنع لمستوى ثاني أكسيد الكربون قد توقف ابتداء من العصر الجليدي . أما على الجانب الآخر ، فقد أثبت والاس بروكر Wallace Broecker أخصائي علم المحيطات أن هذا المناخ الدافئ يعتمد على توزيع مياه المحيطات ، ومع تدفق تيار الخليج شمالًا على سطح المحيط ، فإنه يحمل معه الدفء إلى أوربا ، بينما تتجه تيارات الماء المعاكسة للماء البارد المتدفق جنوبًا إلى عمق المحيط . وهكذا يمكن لعصر جليدي جديد أن يبدأ ، وذلك عندما يتوقف تيار الماء البارد المتجه إلى عمق المحيط ، ويمكن لتيارات الماء المعاكسة الباردة التوقف عن الاتجاه جنوبًا في عمق المحيط عندما يصبح الماء السطحي البارد في منطقة القطب الشمالي أقل ملوحة ، وبالتالي لا يمكنه الاتجاه إلى عمق المحيط ، كما أن الماء يمكن أن يصبح أقل ملوحة عندما يعمل المناخ الدافئ على زيادة سقوط الأمطار في القطب الشمالي .

وهكذا نرى أن بروكر Broecker[1] قد برهن على أن المناخ الدافئ في القطب الشمالي قد يؤدي إلى بداية عصر جليدي . وبما أننا في مواجهة مع اثنتين من الحجج المقنعة التي تؤدي إلى عكس النتائج ، فإن الاستجابة المنطقية هي أن نعترف بجهلنا ، وحتى تصبح أسباب العصور الجليدية مفهومة لنا تفصيليًّا ، فإننا لا يمكننا معرفة ما إذا كانت زيادة ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي تزيد من احتمال الخطر أم تقلله .

أما النطاق الحيوي فهو أكثر تعقيدًا من أي شيء آخر تعامل معه الإنسان ، فما زال علم بيئة الكوكب the science of planetary ecology علمًا حديثًا وبدائيًّا ، وليس من المستغرب أن الخبراء ذوي الدراية الواسعة يختلفون فيما بينهم حول الحقائق . ولكن بالإضافة إلى ذلك ، هناك اختلاف أكثر عمقًا حول القيم ، وهذا يمكن وصفه بطريقة مبسطة بأنه اختلاف بين المشتغلين بالعلوم الطبيعية والمشتغلين بالعلوم الإنسانية . فعلماء الطبيعة يعتقدون أن الطبيعة أكثر دراية وعلمًا ، وبالنسبة لهم فإن القيمة الأعلى هي احترام النظام الطبيعي للأمور ، وأي انتهاك بشري جسيم للبيئة الطبيعية هو الشر بعينه ، وأن الإفراط في حرق الوقود الحفري وما يترتب

(1) W.S. Broecker, «Thermohaline Circulation, the Achilles Heel of Our Climate-System : Will Man-Made Co. Upset the Current Balance?» Science, vol.278 (1997) pp. 1582 - 1588 . Cited by Smil.

عليه من زيادة ثاني أكسيد الكربون في النطاق الجوي كلها أمور ذات عواقب وخيمة .

أما المشتغلون بالعلوم الإنسانية ، فإنهم يعتقدون أن البشر جزء أساسي من الطبيعة ، ومن خلال عقل الإنسان ، فإن النطاق الحيوي قد اكتسب القدرة على توجيه التطور الخاص به ، ونحن الآن في موقع المسئولية . وللبشر الحق في إعادة تنظيم الطبيعة ، وبذلك يمكن للبشر والنطاق الحيوي البقاء والازدهار معًا . وبالنسبة لهؤلاء المشتغلين بالعلوم الإنسانية ، فإن القيمة الأعلى لديهم هي التعايش الذكي بين البشر والطبيعة ، أما أكبر المصائب فهي الحرب والفقر والتخلف والبطالة والمرض والجوع والكوارث والمآسي التي تحرم الناس من الفرص وتحد من حرياتهم.

وكما كتب بيرتولت برشت Bertolt Brecht في كتابه «أوبرا الثلاث بنسات The Threepenny Opera» : «التغذية تأتي أولًا ، والأخلاق ثانيًا» .. إذا كان الناس لا يملكون ما يكفي من الغذاء ، فإننا لا نتوقع منهم بذل الكثير من الجهد في حماية المجال الحيوي . وعلى المدى البعيد ، فإن المحافظة على المجال الحيوي لن تكون ممكنة إلا إذا كان الناس في كل مكان على مستوى معيشي لائق . ولا تعتبر الأخلاقيات الإنسانية زيادة ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي أمرًا خطيرًا ، إذا كانت هذه الزيادة مرتبطة

بالازدهار الاقتصادي في جميع أنحاء العالم ، وإذا كان نصف سكان العالم الأكثر فقرًا يحصلون على حصتهم العادلة من الفوائد .

ويعتبر فيرنادسكي - كما وصفه سميل - من المشتغلين بالعلوم الإنسانية ، وقال إنه يتوقع أن يتم التحول تدريجيًّا من المجال الحيوي إلى المجال العقلي noosphere ، ويقصد به تصميم بيئة الكوكب والمحافظة عليها بواسطة المهارة البشرية ، إن المجال الحيوي قد ظهر في حيز الوجود ، وقال : «إن المجال الجوي للأرض والمياه الطبيعية يتم تغييرها فيزيائيًّا وكيميائيًّا على حد سواء» ، ويفهم أن المحافظة على أماكن المجال العقلي مسئولية كبيرة تقع على كاهل البشرية ، ولكنه يؤمن بقدرة الإنسان على مواجهة التحدي . والاستنتاج الرئيسي من تفكير فيرنادسكي، ومن كتاب سميل ، هو أن الحياة معقدة ، وأن أي نظرية تحاول أن تصف سلوكها بعبارات بسيطة ستكون على الأرجح خاطئة .

تذييل ، 2006

بعد ظهور هذا العرض ، نشر فاكلاف سميل كتابًا آخر بعنوان: «الطاقة في مفترق الطرق - منظورات عالمية وغير مؤكدة Energy at the Crossroads : Global Perspectives and Uncertainties» الصادر عن معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا MIT عام 2003م ، حيث تعامل مباشرة مع القضايا العملية

لإمدادات الطاقة والطلب عليها . وكـان الكتـاب الجديـد تكملـة جيدة لكتاب «النطاق الحيوي لـلأرض The Earth's Biosphere» الذي يصف الإطار الأوسع للبيئـة في إطـار الـسياسات التطبيقيـة المناسبة . وإنني ممتنّ لسميل لإرسـاله كتابـه الجديـد إليّ ، وأعتـذر لعدم رؤيتي له عندما كتبت هذا العرض .

6

شاهد على مأساة

أنتج المخرج توماس ليفينسون Thomas Levenson ، أفلامًا وثائقية للتليفزيون العام ، وهو يتميز بالفطنة للأحداث المثيرة والتفاصيل الشخصية التي تبعث الحياة في التاريخ ، وفي كتابه «آينشتاين في برلين Einstein in Berlin[1]» عرض التاريخ الاجتماعي لألمانيا خلال عشرين عامًا ، من عام 1914م حتى عام 1933م ، عندما كان ألبرت آينشتاين Albert Einstein يقيم في برلين . وكانت صورة متاعب المدينة تبدو أكثر وضوحًا وتركيزًا عند عرضها من خلال عيون آينشتاين ، الذي كان شاهدًا جيدًا ، راقب حياة المدينة التي لعب فيها دورًا نشطًا ، ولكنه ظل منفصلًا عنها وجدانيًا .

(1) صدر عن دار Random House عام 2003 .

ولقد كتب آينشتاين رسائل متكررة إلى أصدقائه القدامى في سويسرا ، وأصدقاء جدد في ألمانيا ، مسجلًا الأحداث كما وقعت له، ووصف آماله ومخاوفه . وسوف تأتي حياته اليومية وأنشطته بشكل متقطع خلال السرد ، إلا أنها ليست الموضوع الرئيسي . ويتركز الموضوع الرئيسي في مأساة الحرب العالمية الأولى ، وهي مأساة بدأت عام 1914م ، ولكنها لم تنتهِ في عام 1918 ، حيث استمرت تعذب المواطنين في برلين خلال السنوات من 1918 حتى 1933 ، وأدت في النهاية إلى وضع مصير هؤلاء في أيدي هتلر Hitler . ولقد تمكن هتلر من كسب قوته من البداية لأنه وعد المواطنين بمحو المأساة ، وإعادتهم إلى الأيام السعيدة للإمبراطورية، عندما كانت ألمانيا متحدة وفي رخاء .

وكل جانب من حياة آينشتاين ، سواء الشخصية أم السياسية أم العلمية أم الفلسفية تم وصفها بالتفصيل ، وحللت بعمق من جانب مختلف كتاب السيرة الذاتية ، ولا يحتاج العالم سيرة ذاتية أخرى لآينشتاين . ولحسن الحظ ، فإن كتاب ليفينسون ليس سيرة ذاتية ، حيث اقتبس كل شيء احتاج إليه من المراسلات المنشورة ومن السير الذاتية المتوفرة لآينشتاين ، مع شكر كامل وإثبات ممتاز للمراجع . الجانب الجديد والأصلي لهذا الكتاب هو السياق الذي وضعه آينشتاين ، وكان هذا السياق دراسة متعمقة في علم

الأمراض الاجتماعية social pathology الـذي اجتـاح بـرلين مـع وصول آينشتاين إليها عام 1914م إلى أن غادرها عام 1932م .

والمأساة عبارة عن مسرحية من فصلين ، الفـصل الأول تجـري أحداثه في سنوات الحرب ، والفصل الثاني خلال سنوات جمهورية فايمار Weimar Republic . وأهـم السمات البـارزة للفـصل الأول هـي الاعتقـاد الـسائد بـين أصـدقاء آينـشتاين أن الحـرب يمكـن الانتصار فيها ، لذا لاقت الحرب ترحيبًا واسع النطاق على أسـاس أنها فرصة لألمانيا لتحـصل عـلى وضـعها الـصحيح بـصفتها قـوة عظمى . ولاحظ آينشتاين أن أصـدقاءه العلميـين (الأكـاديميين) وزملاءه كانوا مخدوعين بأحلام العظمة الوطنية أكثر من المـواطنين العاديين الذين التقى بهم في الطريق .

وفي محادثة له مع صديقه السويسري رومـان رولانـد Romain Rolland عـام 1915 ، وصـف آينـشتاين كيـف ذهبـت بـرلين إلى الحـرب بقولـه : «كانـت الجماهـير خاضـعة للغايـة ، حيـث تـم ترويضها» ، وقال : «وكانت النخبة أسـوأ» . لقـد كـانوا جـوعى ، مدفوعين بسعيهم إلى السلطة ، وحبهم للقوة ، وحلم الغـزو . وفي أواخر صيف عام 1918 ، وبعد فشل الهجوم الألمـاني النهـائي عـلى الجبهة الغربية ، كانت العديـد مـن الأوسـاط الأكاديميـة الألمانيـة لا تزال واثقة من النصر .

كانت الحالة الذهنية لكبار موظفي الدولة في برلين مختلفة جـدًّا عن الحالة الذهنية لأعدائهم في باريس ولندن . ففي باريس ، كـان النظر إلى الحرب على أنها كفاح من أجل البقاء ، وكانت المدافع على الجبهة الغربية قريبة جدًّا إلى حد أن كل من كـان في بـاريس يمكنـه سماع هديرها . وفي بريطانيا ، كان ينظر إلى الحرب على أنها مأساة ، ألحقـت ضررًا ببريطانيـا والحـضارة الأوربيـة ، يتعـذر إصـلاحه ، بغض النظر عمن انتصر.

عندما انتهت الحرب في نوفمبر 1918 ، ألقى الجمهور البريطاني نظـرة إلى الـوراء عـلى أحـداثها التـي كانـت رعبًـا لا يوصـف ، ولا ينبغي تحت أي ظرف من الظروف أن يُـسمح بحـدوث ذلـك مرة أخرى . ولكن جزءًا كبيرًا من الجمهور الألماني نظـر إلى الـوراء على نحو مختلف ، فقد اعتبر الحرب اختبارًا للقوة ، كان من الممكن الفـوز بهـا إن لم يُطعنـوا في الظهـر مـن قِبـل الخونـة في الـداخل . ويوضح هذا الكتاب أن الإحساس الألماني بالخيانـة قـد خـرج إلى حيز الوجود .

يتعرض الفصل الثـاني مـن هـذه المأسـاة إلى قـصة بـطء انهيـار جمهورية فايمار ، والصعود السريع لهتلر . كان آينشتاين مؤيدًا قويًّـا للجمهورية ، لكنـه رأى إلى أيـن تتجـه الـريح . وتلخـص حلقـة واحدة في المأساة القـصة كلهـا . وهنـاك كتـاب لإيريـك ريماركـو

Erich Remarque وعنوانه «لا جديد في الغرب Im Westen Nichts Neues» نُشر عام 1929م ، وسرعان ما أصبح أكثر الكتب رواجًا في العالم . ويعتبر هذا الكتاب من أروع الروايات عن الحرب العالمية الأولى ، من خلال رؤية مجموعة من الشباب الألمان الذين ماتوا دون جدوى في مذبحة الجبهة الغربية .

تحول الكتاب في عام 1930م إلى فيلم من إنتاج هوليود Hollywood تحت اسم «كل شيء هادئ على الجبهة الغربية All Quiet on the Western Front » ، ولقد عُرض الفيلم في جميع أنحاء العالم ما عدا ألمانيا ، وعندما حاول موزعو الفيلم عرضه في برلين ، أحدث صديق هتلر جوزيف جوبلز Joseph Goebbels شغبًا في المسرح ، وتبع ذلك مزيد من التظاهرات النازية والاحتجاجات العنيفة ضد الفيلم ، وبعد ذلك حظرت حكومة فايمار الفيلم في جميع أنحاء ألمانيا ، ولم تسمح السلطات الألمانية أن يُشاهد الفيلم عامة الشعب لأن الحزب النازي Nazis يرى أن الفيلم غير وطني . وتفسر هذه الحادثة لغزًا داخل أسرتي ، فأحد أقاربي ، وهي سيدة ، هي الآن في الرابعة والتسعين من عمرها ، عاشت في ألمانيا جميع مراحل حياتها ، ونشأت خلال سنوات جمهورية فايمار . ومنذ عدة سنوات ، أهديتها الكتاب الذي ألفه ريماركو «لا جديد في الغرب» لتقرأه ، فوجدت أنه مؤثر للغاية

وقالت : «هذا الكتاب رائع ، لماذا لم يدعونا نقرأه عندما نُشر ؟ كان ذلك قبل عصر هتلر ، إلا أننا قلنا لقد كان ذلك الكتاب مخزيًا وشائنًا ، ولا ينبغي للناس المحترمين قراءته» ، وهكذا كان الألمان المحترمون من جيلها ، حتى لو لم يكونوا تابعين للحزب النازي ، لم يقرءوا ما كتبه ريماكو . ودائمًا ما كنت أتساءل بعجب عن السبب ، والآن عرفت[1] .

(1) كانت السيدة التي لم تقرأ ما كتبه ريماكو حتى وقت متأخر هي أم زوجتي (حماتي) جيسلا يونج Gisela Jung ، وقد توفيت في مارس 2003م . وبعض الجمل في هذا السرد المرجعي أعيدت كتابتها حتى أتجنب تكرار ما سرده يوري مانين Yuri Manin في كتابه «الرياضيات والفيزياء Mathematics and physics» (الفصل 14) .

الباب الثاني

الحــرب والســلام

المتــرجم:

د.محمد علي أحمد

* أستاذ ورئيس قسم أمراض النباتات ، كلية الزراعة ، جامعة عين شمس ، جمهورية مصر العربية .
* حاصل على دكتوراه الفلسفة في العلوم الزراعية عام 1983 ، من جامعة جوتنجن بألمانيا . وكان أستاذًا زائرًا بمعهد بحوث الفطريات التطبيقية بمدينة كريفلد عام 1995.
* ضو لجنة إعداد المناهج الدراسية المطورة بوزارة التربية والتعليم ، وعضو اللجنة القومية لعلوم الأحياء الدقيقة ، وعضو اللجنة القومية للموسوعات والكتب العلمية المبسطة ، وجمعية السموم الطبيعية .
* مؤلف لكثير من الكتب والمراجع العلمية المتخصصة في مجال الفطريات التطبيقية والكتب العلمية الدراسية .
* حصل على جائزة تبسيط العلوم من أكاديمية البحث العلمي والتكنولوجي (عام 2001).
* حصل على جائزة الشيخ زايد للكتاب (فرع أدب الأطفال) في الدورة الأولى (عام 2007) عن سلسلة "رحلة على الورق"، الصادرة عن مكتبة الدار العربية للكتاب ، مصر .

العالِم متمـــردًا

كتب فريمان دايسون ، مؤلف هذا الكتاب ، أن العلماء بدءًا من جاليليو إلى علماء الفلك الهواة المعاصرين ، هم علماء متمردون لهم طبيعة حرة تقاوم القيود . وأثناء سعي هؤلاء العلماء إلى الكشف عن حقائق الطبيعة ، استرشدوا بأكبر قدر ممكن من الخيال أكثر من البحث عن السبب . لذلك وجد دايسون أن أفضل طريقة لفهم العلم .. هي فهم هؤلاء العلماء الذين يمارسون هذا العلم .

وكان وصفه لعلماء الفيزياء البارزين مثل إدوارد تيللر وريتشارد فاينمان ، مفعمًا بالحيوية ، وهذا ناتج من ذكرياته الخاصة عن هؤلاء العلماء المبدعين . لذلك فهو يتأمل في مستقبل التنبؤ بالمناخ والهندسة الوراثية وغزو الفضاء والإقامة فيه . ولا يخلو الكتاب من التفكير الفلسفي لقضايا، مثل : الحد من التسلح ، والمبادئ الأخلاقية للقصف الاستراتيجي بالقنابل والأسلحة النووية ، والحفاظ على البيئة ، وتلك العلاقة بين العلم والدين!

كاتب هذا الكتاب .. هو عالم فيزياء متميز مفعم بالحيوية وعلى دراية عميقة بتاريخ العلم وبالجدل العلمي الذي يدور حاليا حول العلم والأخلاق والإيمان . وقد أمضى معظم حياته أستاذا للفيزياء بمعهد الدراسات العليا بمدينة برينستون . وشغل جزءًا من وقته مستشارًا لحكومة الولايات المتحدة وألف عديدًا من الكتب .

المعارف العامة
الفلسفة وعلم النفس
الديانات
العلوم الاجتماعية
اللغات
العلوم الطبيعية والدقيقة / التطبيقية
الفنون والألعاب الرياضية
الأدب
التاريخ والجغرافيا وكتب السيرة

كلمة
KALIMA

الدار المصرية اللبنانية

6222006319533

الرسم والتصميم : محمد حجي